DIE NATURWISSENSCHAFTEN

16. Jahrgang | 11. Mai 1928 | Heft 19

Svante Arrhenius.

(Geb. 19. Febr. 1859, gest. 2. Okt. 1927.)

Von P. Walden, Rostock.

Indem ich heute das historisch gewordene Werk des jungen Genies Arrhenius „Recherches sur la conductibilité galvanique des électrolytes" (2 Teile, Stockholm 1884) vor mir aufschlage und darin blättere, werden in meiner Erinnerung wieder lebendig jene Frühlingstage des Jahres 1886, als plötzlich der Autor dieser „Recherches" in Riga, im Chemischen Laboratorium Ostwalds erschien, um nach und nach mit uns, jungen Assistenten, in Beziehung zu treten. So manche „Friedenspfeife" (d. h. russische Zigarette) wurde — als altbewährtes Mittel — geraucht, und zwar im Korridor, da Meister Ostwald sein Privatlaboratorium nicotinfrei hielt. Wir gewannen ihn als lebensbejahenden Kameraden lieb, doch von seinen „Recherches" verstanden wir wenig, — nur die Form des „Leitfähigkeitsgefäßes" habe ich damals diesen „Recherches" entlehnt, um meine eigenen Untersuchungen an den Magnesiumsalzen in die Wege zu leiten. Wie wenige und wie wenig wußte man damals von einem Arrhenius! Volle vier Jahrzehnte sind inzwischen dahingegangen, und heute ist es einem einzelnen kaum möglich, die mannigfaltigen Wissenschaftsgebiete, denen Arrhenius seine Arbeitsenergie zugewandt hat, und die Hauptergebnisse, sowie deren Folgewirkungen, wenn auch kurz, so doch objektiv gerecht zu schildern. Ist es schon in unserer Zeit des engen Spezialistentums ein bedenkliches Ding ein *Chemiker* zu sein, der in der Elektrochemie und physikalischen Chemie, in der biologischen und technischen Chemie nicht nur erstaunlich bewandert, sondern schöpferisch *umwandelnd* tätig gewesen ist, so erscheint es gleichsam unglaublich, daß solch ein Chemiker zugleich ein *Physiker* von eigenartigen Ausmaßen war, der der kosmischen Physik neue Fragenkomplexe zuwies und das „Werden der Welten", entwicklungsgeschichtlich und mit den modernsten Denkmitteln aufbauend, zur Darstellung brachte. Es klang gewiß ungewöhnlich, und doch war es berechtigt, daß (während meines Aufenthalts in Amerika) die Tageszeitungen die Todesnachricht von Svante Arrhenius mit der Kennzeichnung großer „chemist and astronomer" brachten.

Überblickt man die Gesamtsumme seines Schaffens und die Vielgestaltigkeit seiner wissenschaftlichen Interessen, sowie die Reichweite seiner Forschungsergebnisse und seiner persönlichen Beziehungen in der Welt der Wissenschaftler, so kann man nur in vergangenen Perioden der Chemie- und Wissenschaftsgeschichte ähnliche Vergleichsgestalten finden, und es mag erlaubt sein, auf Berzelius als auf einen solchen seltenen Gelehrtentypus hinzuweisen.

Wenn wir diesen Vergleich etwas weiter ausführen dürfen, so sei folgendes hervorgehoben. Sowohl Berzelius als auch Arrhenius entstammten je einer alten landwirtschaftlichen Familie. War der erstere 1779 geboren, so fällt des anderen Geburtsjahr acht Jahrzehnte später (19. Febr. 1859); bezog der erstere die Universität Upsala im Jahre 1796, so wurde der andere dortselbst 1876 immatrikuliert. Holte Berzelius seinen Doktorgrad der Medizin im Jahre 1804, so wurde Arrhenius (wiederum acht Jahrzehnte später) 1884 zum Doktor der Physik promoviert. War es nicht eine *elektrochemische* Untersuchung (gemeinsam mit Hisinger: Versuche über die Wirkung der elektrischen Säule auf Salze und auf einige von ihren Basen, Gehlens Journ. 1803), die Berzelius' Namen zuerst in die chemische gelehrte Welt einführte und bestimmend für seine spätere Denkrichtung wurde? „Diese Abhandlung enthält die Grundlage derjenigen Gesetze, auf welchen die elektrochemische Theorie sich später aufbaute", — so schrieb Berzelius in seiner Autobiographie. Und Arrhenius? Im Physikalischen Institut von Professor Edlund in Stockholm, d. h. in denselben Räumen, in denen seinerzeit Berzelius das letzte Jahrzehnt seines Lebens zugebracht, hatte der junge Arrhenius seine experimentellen Untersuchungen über die elektrolytische Leitfähigkeit durchgeführt und sie zugleich mit einer Theorie unter dem oben genannten Titel „Recherches . . ." im Jahre 1883 der Schwedischen Akademie der Wissenschaften vorgelegt! Und war es nicht *diese* Arbeit, welche die Grundlagen für Arrhenius' elektrolytische Dissoziationstheorie (1887) enthielt und von welcher Ostwald (1884) schrieb, daß sie „zu dem Bedeutendsten gehört, was auf dem Gebiete der Verwandtschaftslehre publiziert worden ist . . ."? Eine weitere Parallele: eines Berzelius treuester Freund war der berühmte Friedrich Wöhler, und besaß ein Arrhenius nicht seinen treuesten deutschen Freund in Wilhelm Ostwald?

Mit Ruhm und Ehren waren beide, Berzelius wie Arrhenius, überhäuft; zu Ruhm und Ehren ihrer schwedischen Heimat haben beide gewirkt als universelle Gelehrte und als gütige vorbildliche Menschen. Als Menschen haben beide die leidensvolle Tragik des Alterns erfahren müssen. Nach vorhergegangener Krankheit schloß Berzelius, 69jährig, seine Augen (im August 1848), und fast gleichalterig verschied Arrhenius am 2. Oktober 1927.

Äußere Lebensschicksale.

Verweilen wir etwas länger bei dem *Lehr- und Lebensgang* von ARRHENIUS. Seine oben erwähnte Jugendarbeit vom Jahre 1884, die „Recherches . .", ist heute als „Untersuchungen über die galvanische Leitfähigkeit der Elektrolyte" in die Kategorie der *klassischen* Arbeiten auf dem Gebiete der exakten Wissenschaften eingereiht worden (vgl. OSTWALDS Klassiker, Nr. 160 [1907]). Diese Jugendarbeit von ARRHENIUS fällt durch die Klarheit der Darstellung, die Vorsicht der Spekulation und die Fülle der Schlußfolgerungen auf. Sie bringt sein hernach von WILH. OSTWALD (und seinen zahlreichen Mit- und Nacharbeitern) benutztes Leitfähigkeitsgefäß. An bemerkenswerten theoretischen Ansichten finden wir z. B. die Grundannahme, daß in der Lösung vorhanden sind: *komplexe Molekeln, komplexe Ionen, Hydrate,* und *Hydrolyse, aktive* und inaktive Elektrolytmolekeln, wobei „ der *aktive* Teil . . . immer einen gewissen *Bruchteil* der Gesamtmenge des Elektrolyten ausmacht. *Der aktive Teil leitet die Elektrizität und ist mithin tatsächlich elektrolytisch,* der inaktive Teil jedoch nicht" (OSTWALD, Klass., Nr. 160, S. 143). „Jeder Körper, der durch doppelte Umsetzung chemisch auf einen Elektrolyten einwirkt, so daß die Ionen des letzteren voneinander getrennt, ist ebenso wie die Produkte der Umsetzung selbst ein Elektrolyt . . . Wasser, Alkohole, Phenole, Aldehyde sind Elektrolyte und mithin Leiter der Elektrizität" (ib., S. 67f.). Wasserfreies Ammoniak ist ein Nichtleiter, ebenso flüssige anhydrische Salzsäure und Essigsäure, ihre wässerigen Lösungen werden Elektrolyte und bestehen außer dem Wasser „aus einem aktiven, elektrolytischen, und einem inaktiven, nichtelektrolytischen Bestandteil." Diese stehen derart im chemischen Gleichgewicht, „daß bei Verdünnung der aktive Teil sich vermehrt, der inaktive Teil sich vermindert . . . Wahrscheinlich ist der aktive Teil, wie beim Ammoniak, eine Verbindung des inaktiven mit dem Lösungsmittel" (ib., S. 60f.). „. . . Eine Säure (bzw. Base) ist um so stärker, je größer ihr *Aktivitätskoeffizient* (molekulares Leitvermögen) ist" (ib., S. 73). „. . . Der *Aktivitätskoeffizient* eines Elektrolyten gibt das *Verhältnis* der *Anzahl Ionen* an, die tatsächlich im Elektrolyten vorhanden sind, zu der Anzahl *Ionen,* die darin wären, wenn der Elektrolyt vollkommen . . . gespalten wäre" (ib., S. 61). „Jedes in Wasser gelöste Salz zersetzt sich teilweise in Säure und Base" (ib., S. 85). „Wenn eine chemische Einwirkung zwischen einem festen Stoff und einer Flüssigkeit (unter Trennung der Ionen des flüssigen Elektrolyten) stattfindet, so muß man annehmen, daß auch *bei dem festen Stoff die Teilchen aus zwei Ionen zusammengesetzt* sind" (ib., S. 114f.).

Diese kleine Auslese zeigt, welch eine Fülle von neuen Begriffen und Beziehungen hier schöpferisch enthüllt wird. Wie gestaltete sich nun die unmittelbare Wirkung dieser „Recherches"?

Es ist eine — fast möchte man sagen — normale Erscheinung, daß neuartige und in einfachster Form auftretende Ideen gleichsam ahnungsgemäß um so mehr Widerstand finden, je fruchtbringender sie sind. Nehmen wir zur Veranschaulichung gerade die Theorien von VAN'T HOFF und ARRHENIUS. Wie erging es der VAN'T HOFFschen Theorie vom asymmetrischen Kohlenstoffatom? War es nicht ein hervorragender Forscher, der diese „Verirrungen des menschlichen Geistes" bzw. diese „Halluzinationen" empört zurückwies! Und sandte nicht der junge VAN'T HOFF (1874) seine Broschüre nebst Figuren an die führenden Forscher (A. BAEYER, BUTLEROW, HENRY, A. W. HOFMANN, KEKULÉ, WISLICENUS, WURTZ und BERTHELOT), indem er „ein Urteil, eine Diskussion" erhoffte? Vergebens, — oder nicht ganz! *Einer* der vielen Berufenen, J. WISLICENUS, erschien und sicherte durch die Übernahme der Protektor- und Promotorrolle den weiteren Entwicklungsgang *dieser* Theorie.

Un wie erging es zuerst den „Recherches" von ARRHENIUS? Auch er — 10 Jahre nach VAN'T HOFF — versandte sein Büchlein „an die vornehmsten Autoritäten außerhalb Upsala, so an CLAUSIUS, an L. MEYER, an OSTWALD und an VAN'T HOFF". Sagte nicht sein hervorragender Lehrer (CLEVE) im Gespräch mit OSTWALD: „Ja, aber das ist doch ein Unsinn, mit ARRHENIUS anzunehmen, daß im gelösten Chlorkalium Chlor und Kalium voneinander getrennt sind?" (vgl. ARRHENIUS, Aus meiner Jugendzeit, 1913, S. 4; s. a. OSTWALD, Lebenslinien I, S. 223. 1926; II, S. 30, 122, 127. 1927). Wiederum war es *einer* unter den Berufenen, der besonders weitsichtig war und durch sein kraftvolles Eintreten der Schutzpatron von ARRHENIUS und dessen Werk wurde: vielleicht könnte man sagen, daß es OSTWALDS wichtigste, für die ganze Wissenschaft weitestreichende Entdeckung war, als er das junge Genie ARRHENIUS von Anfang an voll erschaute! Tatsächlich hat OSTWALD durch seine Beurteilung der „Recherches" (s. o.) und sein persönliches Erscheinen in Upsala (1884), sowie mündliches Eintreten für ARRHENIUS die Schicksale der „Untersuchungen" und des Gelehrten ARRHENIUS bleibend beeinflußt. Die mentalen Hemmungen in Upsala wurden beseitigt, die erbetene Habilitation als Privatdozent wurde bewilligt, dazu kam noch (durch EDLUNDS Vermittelung) ein großes Reisestipendium der schwedischen Akademie der Wissenschaften, welches den Besuch ausländischer Hochschulen und wissenschaftliches Arbeiten gewährleistete: in Riga bei OSTWALD (1886), in Würzburg bei KOHLRAUSCH (Wintersemester 1886/87), in Graz bei BOLTZMANN (Sommersemester 1887), in Amsterdam bei VAN'T HOFF (Frühjahr 1888), in Leipzig bei OSTWALD (1888, wo er zeitweilig Assistent war, vgl. Zeitschr. f. physikal. Chem. **69**, XII). Im Jahre 1891 traf eine Berufung nach Gießen ein, doch eine gleichzeitig erfolgte Berufung auf eine Dozentur (nachher Professur) für Physik an der Stockholmer Hochschule bestimmte ARRHENIUS

zum Verbleiben in der Heimat. In dieser Stellung wirkte er bis zum Jahre 1905, als ein äußerer Anlaß eine Änderung seiner bisherigen Tätigkeit herbeiführte. Wiederum war es eine von Deutschland ausgehende Anerkennung: seitens ALTHOFFS wurde ihm der Antrag gemacht, als Akademiker nach Berlin zu kommen (also eine ähnliche wissenschaftliche Stellung einzunehmen, wie sie dortselbst VAN'T HOFF hatte). Um ihn der schwedischen Heimat zu erhalten, wurde er von der Verwaltung der Nobel-Stiftung zum Direktor des Physikalischen Instituts dieser Stiftung gemacht. In diesem nach eigenen Plänen gebauten Institut hat dann ARRHENIUS bis zu seiner Sterbestunde gelebt und wie ein geistiges Kraftzentrum gewirkt.

Blicken wir nochmals zurück auf den Anfang (1884) dieser Lebens- und Forscherbahn, so werden wir die Berechtigung der Worte begreifen, die ARRHENIUS einst OSTWALD schrieb: „Ohne Deinen damaligen Besuch wäre es nicht gegangen." Wie wurzeltief solche Eindrücke im jugendlichen Gemüt sitzen und wie sie Jahrzehnte der intensivsten Geistesarbeit überdauern, um ungetrübt wieder emporzutauchen, dies sehen wir auch bei ARRHENIUS: in Rückerinnerung an das einstige Zusammentreffen und fröhliche Zusammensein mit seinem Freunde OSTWALD in Upsala, an einem Sommerabend, schreibt er: „... Die Stimmung wurde von den goldenen Wellen des Punsches zum Himmel gehoben. Das Ganze kam mir wie eine Sage aus Tausendundeine Nacht vor" (Aus meiner Jugendzeit, 1913, S. 6).

Elektrolytische Dissoziationstheorie.

Der Ausgangspunkt für seine elektrochemischen Arbeiten ist bemerkenswert genug, um in Erinnerung gebracht zu werden. ARRHENIUS berichtet (1907) darüber folgendes: „Bei den Vorlesungen, die mein Lehrer der Chemie, Professor CLEVE, in Upsala hielt, wurde hervorgehoben, es sei unmöglich, den Molekularzustand von Stoffen zu bestimmen, die wie *Rohrzucker* nicht in den Gaszustand übergeführt werden können. Ich erkannte richtig, daß dies ein großer Übelstand sei, durch dessen Abhilfe ein wesentlicher Fortschritt in der Chemie erzielt werden könnte. Zur selben Zeit führte RAOULT seine grundlegende Arbeit, die mir noch unbekannt war, aus. Ich stellte mir vor, die Bestimmung der Leitfähigkeit von Salzen in Lösungen, die *neben* Wasser eine größere Menge fremder Nichtleiter enthielten, könnte einen Aufschluß über deren *Molekulargewicht* ergeben; die neueren Untersuchungen von WALDEN zeigen jedoch, daß die innere Reibung dabei ... die Hauptrolle spielt." — Das erstrebte Problem wurde also nicht gelöst, dafür aber gelangte ARRHENIUS zu weit größeren Problemen!

Nun der nächste Fall. In seinen „Recherches" (1884) sprach ARRHENIUS den Satz aus, daß „eine Säure um so stärker ist, je größer ihr Aktivitätskoeffizient (molekulares Leitvermögen) ist." Im selben Jahre (1884) und kurz nachher konnte W. OSTWALD aus dem Schatze seiner chemischen Affinitätsmessungen und elektrischen Leitfähigkeiten die inzwischen historisch gewordene Tabelle mit 34 Säuren veröffentlichen, welche die Proportionalität zwischen dem Leitungsvermögen und den Reaktionsgeschwindigkeiten zahlenmäßig belegte, — die Reaktionsgeschwindigkeiten waren aber aus der Inversion des *Rohrzuckers* (sowie der Katalyse des Methylacetats) abgeleitet worden.

Der dritte Fall betrifft die Rolle, welche der Rohrzucker zur selben Zeit in der Lebensgeschichte der anderen großen Theorie, der osmotischen Lösungstheorie VAN'T HOFFS, gespielt hat (1885/87) Waren es hier nicht PFEFFERS Messungen (1877) des osmotischen Drucks des *Rohrzuckers* in Wasser, bei verschiedenen Konzentrationen und Temperaturen, welche „einen direkten experimentellen Anhaltspunkt" für die Prüfung des Gesetzes von BOYLE-MARIOTTE (Proportionalität zwischen osmotischem Druck und Konzentration) sowie von GAY-LUSSAC (Proportionalität zwischen osmotischem Druck und absoluter Temperatur) ermöglichten?

Die wechselseitige Abhängigkeit der einen Tatsachengruppe von der anderen bzw. die geistige Gebundenheit des einen Forschers mit dem andern, sie treten sofort in Erscheinung. J. H. VAN'T HOFF übersendet seine eben erwähnte Untersuchung über den osmotischen Druck (die vorher in den Arch. Néerland. gedruckt worden war) auch der Schwedischen Akademie der Wissenschaften zur Neuveröffentlichung; sie erscheint Ende 1886 in den „Handlingar" (Denkschriften), und ein Separatabdruck davon gelangt im März 1887 in die Hände von ARRHENIUS, kurz bevor er *Würzburg* verläßt. Und nun lassen wir ARRHENIUS selbst die Wirkung dieser Arbeit schildern: „Ich verschlang sie mit einem Male am selben Abend, nachdem ich die Tagesarbeit im Institut geschlossen hatte. Sogleich war mir klar, daß man aus der Abweichung der Elektrolyte in wässeriger Lösung vom VAN'T HOFF-RAOULTschen Gesetz der Gefrierpunktserniedrigung den kräftigsten Beweis für ihren Zerfall in Ionen erhält. Jetzt hatte ich zwei verschiedene Wege, um den Dissoziationsgrad zu berechnen, teils mit Hilfe der Gefrierpunktserniedrigung, teils auch aus der Leitfähigkeit. Sie gaben alle beide in der überaus vorwiegenden Anzahl von Fällen dasselbe Resultat, und ich konnte offen die Dissoziation der Elektrolyte aussprechen. Man kann sich mein enormes Glück vorstellen" (Aus meiner Jugendzeit, 1913, S. 12 und 7).

Als im September 1887 OSTWALD in der neubegründeten „Zeitschrift für physikalische Chemie" die VAN'T HOFFsche Abhandlung über die osmotische Lösungstheorie (Zeitschr. f. physikal. Chemie 1, 481. 1887) brachte, konnte er kurz darnach, als Folgewirkung, auch die andere klassische Theorie, d. h. ARRHENIUS' Untersuchung unter dem Titel „Über die Dissoziation der in Wasser gelösten

Stoffe" (ib., **1**, 631) veröffentlichen. Aus dieser „Symbiose" der osmotischen Lösungstheorie mit der elektrolytischen Dissoziationstheorie ward die klassische physikalische Chemie, und im Jahre 1887 begann die neue Wissenschaft ihren Siegeslauf und ihre Wirkung in die Ferne!

Es erübrigt sich, diese Wirkung zu schildern, jedes moderne Lehrbuch nicht nur der Chemie und der Physik, sondern der Naturwissenschaften überhaupt, enthält den Namen ARRHENIUS und operiert mit dem Begriff der Ionendissoziation. „So absurd der Gedanke auf den ersten Blick erschienen war (schrieb 1909 WILH. OSTWALD), so unerschöpflich erwies er sich an Aufklärung und Zusammenfassung."

Die Bedeutung der ARRHENIUSschen Theorie für die chemische Wissenschaft und ihre Verbreitung unter die Vertreter der verschiedenen chemischen Disziplinen können noch in anderer Weise veranschaulicht werden. Es war im Jahre 1909. Die Gemeinde der „Ionier" (so hatte man scherz- und spottweise die Anhänger der Theorie benannt) beabsichtigte das 25jährige Jubiläum dieser Theorie und zugleich das Halbjahrhundert im Lebenslauf des Schöpfers derselben durch einen ARRHENIUS-Jubiläumsband der Zeitschrift für physikalische Chemie sichtbar zum Ausdruck zu bringen. Statt des einen Bandes mußten (infolge der ungewöhnlich freudig zugesandten Beiträge) *zwei* umfangreiche Bände (Band 69 und 70 der Zeitschrift) herausgegeben werden. Eine Rückschau auf das Leben des Jubilars und sein wissenschaftliches Wirken gab WILH. OSTWALD (Zeitschr. f. physikal. Chem. **69**, V—XX. 1909). In der Zeit von 1883 (beginnend mit Beobachtungsergebnissen an Kugelblitzen und über die Leitfähigkeit alkoholischer Lösungen) hatte der Jubilar bis zum Jahre 1909 mehr als 100 wissenschaftliche Untersuchungen, Artikel und Bücher veröffentlicht, teils in schwedischer, teils in deutscher, französischer und englischer Sprache.

Die Verehrung gegenüber dem Forscher ARRHENIUS und die Wirkungsweite seiner Forschungen können annähernd nach der *Zahl* und dem wissenschaftlichen *Charakter der Gelehrten* bemessen werden, welche ihre Beiträge für die *zwei* Jubelbände geliefert hatten. Unter den etwa 90 Autoren finden wir Physiko- und Elektrochemiker, anorganische und organische Chemiker, physiologische und Biochemiker. Außer seinen *schwedischen* Landsleuten finden wir hier, die führenden *deutschen* Chemiker (z. B. R. ABEGG E. BECKMANN, M. BODENSTEIN, G. BREDIG, E. FISCHER, FR. FOERSTER, H. GOLDSCHMIDT, HABER, R. HÖBER, VAN'T HOFF, LE BLANC, R. LORENZ, OSTWALD, ROTHMUND, TAMMANN, WEGSCHEIDER), ebenso aber auch die Namhaftesten unter den *französischen* (LE CHATELIER, DUHEM, PH. A. GUYE), *italienischen* (BRUNI, CARRARA, CIAMICIAN, MIOLATI, NASINI), *holländischen* (E. COHEN, VAN DEVENTER, H. J. HAMBURGER, J. J. VAN LAAR, VAN ROMBURGH, SCHREINEMAKERS), *englisch-amerikanischen* (BANCROFT, DAWSON, DONNAN, FINDLAY, E. C. FRANKLIN, H. C. JONES, LEWIS, JACQUES LOEB, LASH MILLER, A. A. NOYES, W. RAMSAY, TH. W. RICHARDS, STEELE) und *russischen* Chemikern (JAKOWKIN, KABLUKOFF, KISTJAKOWSKI, ORLOW, SACHANOW, SPERANSKI). welche in voller Internationalität dem Jubilar huldigen.

Aus dem *Inhalt* dieser Jubelbände sei noch einiges erwähnt, weil darin auch charakteristische Entwicklungsmomente der Dissoziationstheorie und die Hauptmitwirkenden von verschiedenen Gesichtspunkten aus beleuchtet werden. In seinem Rückblick schreibt G. CIAMICIAN: „Die wesentlichen Momente, welche zur weiteren Ausbildung der ARRHENIUSschen Lehre beigetragen haben, dürften, wie ich glaube, die folgenden sein. Zunächst der durch WALTHER NERNST nachgewiesene Zusammenhang zwischen dem Dissoziationsvermögen des Lösungsmittels und seiner dielektrischen Konstante; alsdann die von ALFRED WERNER entwickelte Theorie der komplexen Ionen, die in verwickelte Gebiete der anorganischen Chemie neues Licht verbreitet hat; von großer Tragweite sind ferner die Untersuchungen über die nichtwässerigen Lösungsmittel gewesen, die wir G. CARRARA und insbesondere PAUL WALDEN verdanken, da sie gezeigt haben, daß kein wesentlicher Unterschied zwischen dem Wasser und den anderen ionisierenden Lösungsmitteln besteht..." (Zeitschr. f. physikal. Chem. **69**, 97. 1909). Dann kommt CIAMICIAN auf den Lösungsvorgang zurück; zwischen Solvens und aufzulösenden Körper tritt eine (chemische)Bindung ein, die Wassermolekeln können sich *polarisieren* (Zeitschr. f. physikal. Chem. **6**, 403. 1890) und die gelösten Molekeln in Ionen spalten. „Jedenfalls denke ich mir das FARADAYsche Ion mit einer großen Anzahl von Solvensmolekülen umgeben, so daß es allseitig mit einer Art Schicht davon umhüllt ist . . ." Ganz allgemein folgert er, „daß die Entstehung der FARADAYschen Ionen sowohl in Lösungen als auch in festen und geschmolzenen Elektrolyten auf der Bildung von Komplexen beruht" (l. c., **69**, 100f. 1909).

Die Anführung dieser alten Ansichten (vom Jahre 1890 und 1909) ist entwicklungsgeschichtlich notwendig, um das vielfache Einmünden der modernsten Theorien über die Ionenspaltung in diese schon vorher erörterten Vorgänge zu zeigen (vgl. FAJANS, Naturwissenschaften **9**, 993. 1922; s. a. „assoziierte" Ionen von N. BJERRUM usw.).

Interessant sind auch die Bemerkungen J. J. VAN LAARS (Zeitschr. f. physikal. Chem. **69**, 433. 1909), der in eingehender und kritischer Weise den beiden Theorien — der osmotischen Lösungs- und der elektrolytischen Dissoziationstheorie — gegenübergestanden hat. „Ich glaube, daß in den letzten Jahrzehnten kaum eine wichtigere und weittragendere Hypothese aufgestellt wurde, als die der *elektrolytischen Dissoziation von* ARRHENIUS . . ." „. . . . Ja, vielfach ist in den letzten Jahren über die Gültigkeit des sog. *‚Verdünnungsgesetzes'* ge-

schrieben und über die elektrische Leitfähigkeit als *Maß* für den elektrolytischen Dissoziationsgrad; und auch über die Gültigkeit von verschiedenen Verhältnissen in *anderen Lösungsmitteln* als Wasser — aber die Tatsache selber, *daß* der gelöste Elektrolyt sich in entgegengesetzt geladene ‚Ionen' spaltet, steht ziemlich unerschüttert fest ... Zwei Namen möchte ich hier besonders erwähnen, deren Träger sich speziell um die Theorie der elektrolytischen Dissoziation verdient gemacht haben: OSTWALD und NERNST. Ist nicht das sog. ‚Verdünnungsgesetz' mit dem erstgenannten verbunden und die Ausarbeitung der *Elektrochemie* auf der Grundlage der ARRHENIUSschen Theorie mit dem letzgenannten? Und wer wird die Reihe von ‚Affinitätsbestimmungen' an einer großen Menge organischer Säuren vergessen, durch welche OSTWALD zuerst der Theorie eine praktische Anwendung gab? Und wenn man noch einen dritten Namen will, so sei der von WALDEN genannt, welcher seit etwa dem Jahre 1900 ein ausgedehntes Material zusammengebracht hat auf dem Gebiete der *nichtwässerigen* Lösungen, wo bis jetzt noch das meiste Dunkel herrschte ..." „Aber die *physikalisch-mathematische Theorie* der elektrolytischen Dissoziation hat bis jetzt nicht gleichen Schritt gehalten mit den vielen experimentellen Untersuchungen auf diesem Gebiete" (J. J. VAN LAAR, l. c. S. 434). J. J. VAN LAAR hebt dann das Versagen des „Verdünnungsgesetzes" gerade bei den besten Elektrolyten (Salzen, starken Säuren und Basen) hervor und weist darauf hin, daß eine genaue Theorie auch mitberücksichtigen muß die Komplexität der Molekeln des Lösungsmittels, daß der Dissoziationsgrad der gelösten Substanz und der der zusammengesetzten Molekeln des Lösungsmittels sich gegenseitig beeinflussen werden, sowie daß gleichzeitig Änderungen des Molekularvolumens von Solven und Gelöstem auftreten werden.

Es ist ein eigenartiges Ding um diese sog. „typischen Elektrolyte-Salze": sie sind die Versuchsobjekte in den Händen eines DAVY und BERZELIUS; an ihnen entdeckt FARADAY seine Gesetze der „elektrochemischen Zersetzung" (1833 f.); ein HITTORF erforscht die „Wanderung der Ionen" während der Elektrolyse (1853—1859) und prägt den Satz: „Alle Elektrolyte sind Salze ..."; die klassischen Leitfähigkeitsmessungen eines FR. KOHLRAUSCH betreffen typische (binäre und ternäre) Salze und ergeben das Gesetz von der Addivität der Leitfähigkeiten (1879 ff.). Dieselben wässerigen Salzlösungen sind es, welche einem VAN'T HOFF bei der Aufstellung seiner osmotischen Lösungstheorie (1886/87) als Ausnahmen entgegentraten, und es ist diese Ausnahmestellung der Elektrolyte in wässeriger Lösung vom VAN'T HOFF-RAOULTschen Gesetz der Gefrierpunktserniedrigungen, welche von einem ARRHENIUS sofort als der kräftigste Beweis für den Zerfall der „Salze" in Ionen erfaßt wurde und seine elektrolytische Dissoziationstheorie in eindeutiger Gestalt erscheinen ließ (1887). Und nun, bei der Anwendung des festbegründeten Massenwirkungsgesetzes auf diese Zerfallsprodukte der Salze, versagt gerade diese typische Elektrolytgruppe? Die Dissoziationskonstante K, gemäß der einfachen Gleichung $MX \rightleftarrows M^+ + X^-$, bzw. $K \cdot C_{MX} = C_{M^+} \times C_{X^-} = C^2_{Ion}$, ist nicht konstant! Diese augenscheinliche „Anomalie der starken Elektrolyte" äußert sich derart, daß die „Konstante" K um so größer wird, je größer die Konzentration C der Elektrolytlösung ist.

Doch noch in anderer Weise trat die Wirkung dieser Salze hervor; es ist dies die sog. *„Neutralsalzwirkung"*. Die Dissoziationskonstante K von schwachen *Säuren* wird nämlich durch Salzzusatz erhöht. ARRHENIUS selbst hat diese Phänomene verfolgt und eine solche Erhöhung als gänzlich entsprechend der Zunahme der Dissoziationskonstante von *Salzen* bei zunehmender Konzentration gefunden. Er sagte (Zeitschr. f. physikal Chem. **31**, 197, 228. 1899): „Diese Salzwirkung auf die Dissoziationskonstante ist am stärksten für ein Salz und um so größer für die untersuchten Säuren, je stärker sie dissoziiert sind. Wahrscheinlicherweise ist demnach das OSTWALDsche Verdünnungsgesetz für keinen Körper streng gültig ..."

Es ist dann J. J. VAN LAAR, der schon frühzeitig auf die Notwendigkeit eines weiteren Ausbaues der Theorie durch Mitberücksichtigung anderer Faktoren hingewiesen hat (Zeitschr. f. physikal. Chem. **15**, 457. 1894; **17**, 245, 1895; **19**, 318. 1896; vgl. a. Zeitschr. f. anorgan. u. allg. Chem. **139**, 108. 1924). Er hob hervor, daß „das äußerst starke elektrostatische Feld der Ionen unmöglich ohne Einfluß auf die gewöhnlichen Dissoziationsverhältnisse sein kann", sowie daß die Berechnung des Dissoziationsgrades $\alpha = \frac{\lambda_v}{\lambda_\infty}$ nicht richtig sei, weil die äquivalente Leitfähigkeit λ_v außer von α noch von der Ionenkonzentration $\alpha \cdot C$ abhängig ist, ferner daß bei allen starken Elektrolyten schon in mäßig verdünnten Lösungen der wahre Dissoziationsgrad α praktisch $= 1$ sein wird.

Ein anderes Feld der Betrachtungen bezog sich auf die Dielektrizitätskonstanten. Wenn der klassische Dissoziationsgrad $\alpha = \frac{\lambda_v}{\lambda_\infty}$ um so größer ist, je größer die Dielektrizitätskonstante des Solvens ist (W. NERNST; J. J. THOMSON 1893), kann dann durch Auflösen von starken Elektrolyten die Dielektrizitätskonstante des Wassers nicht erhöht werden und sollte dann, als Folge davon, nicht auch eine Zunahme des Dissoziationsgrades sich einstellen? Tatsächlich hatten ja ältere Messungen von wässerigen Salzlösungen eine solche Zunahme der Dielektrizitätskonstante des Wassers ergeben (vgl. COHN; SMALE; NERNST (1897). So wurde denn von EULER (1899) und ARRHENIUS die Ansicht vertreten, daß ein Zusatz der Ionen bzw. steigender Ionengehalt die dis-

soziierende Kraft des Lösungsmittels erhöhen kann. Es gelang nun WALDEN (Bull. de l'acad. des Sc., Petersburg **1912**, 305, 1055, 1080) experimentell an Salzlösungen in Chloroform, Methylenchlorid, Äthylformiat die deutliche *Zunahme* der Dielektrizitätskonstante nachzuweisen, und infolgedessen schloß er, daß in dieser Steigerung der Dielektrizitätskonstante bzw. Dissoziationskraft der Lösung eine der Ursachen für den *anomalen* Gang der Leitfähigkeit (Abnahme der Leitfähigkeit λ mit zunehmender Verdünnung v) zu suchen sei, sowie daß damit eine mit der Konzentration *veränderliche Wanderungs*geschwindigkeit (bzw. Überführungszahl) der Ionen verknüpft werden müßte.

In seiner Faraday-Lecture (Journ. of the chem. soc. **105**, 1414. 1914) hat ARRHENIUS die Gültigkeit des Massenwirkungsgesetzes (OSTWALDS Verdünnungsgesetz) für wässerige Lösungen typischer binärer Salze zwischen den äußerst geringen Konzentrationen 10^{-5} und 2×10^{-4} (d. h. $v = 100\,000$ bis 5000 l) anerkannt und die Dissoziationskonstante $K = 0{,}012$ abgeleitet. —

Wir haben im Zusammenhang mit dem 25jährigen Jubiläum der ARRHENIUSschen Dissoziationstheorie die zu jener Zeit hervorgebobenen Unstimmigkeiten sowie die nicht genugsam geklärten Teile des Dissoziationsvorganges ausführlicher besprochen, um in Erinnerung zu bringen, daß Hydratation der Ionen, Polarisation der Solvensmolekeln, Solvathüllen, Ionenassoziation, elektrostatische Kräfte und Dielektrizitätskonstante der Lösung in *qualitativer* Weise für die Anomalien des Leitvermögens und der starken Elektrolyte verantwortlich gemacht worden sind. Die moderne Dissoziationstheorie (BJERRUM, MILNER, GHOSH, DEBYE und HÜCKEL u. a.) geht für jene starken Elektrolyte von der Annahme einer „totalen Dissoziation" aus, die Verminderung der Leitfähigkeit λ_v mit abnehmender Verdünnung v ist dann nicht ein Rückgang des „Dissoziationsgrades", sondern eine Folge der soeben erwähnten elektrostatischen (COULOMBschen) Kräfte usw., und eine *quantitative*, mathematische Verknüpfung dieser verschiedenen Faktoren mit den Leitfähigkeitsdaten wird gegeben.

Einst diente die Übereinstimmung zwischen den VAN'T HOFFschen Koeffizienten i (= beob. osmot. Druck p' / theor. osmot. Druck P) und der aus der Leitfähigkeit λ bzw. dem Dissoziationsgrade $\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_\infty}$ berechneten Größe $1 + (n-1)\alpha$ als eine Stütze für die elektrolytische Dissoziationstheorie: an etwa 100 Lösungen konnte ARRHENIUS (1887) für starke und schwache Elektrolyte die Übereinstimmung, d. h. $i = [1 + (n-1)\alpha]$, feststellen. Dieser „kräftigste Beweis" (ARRHENIUS) für den Zerfall der Salze in Ionen nimmt nach der modernen Theorie eine andere Gestalt an, er gilt nur in allererster Annäherung, am besten für die schwachen Elektrolyte. Denn nach DEBYE und HÜCKEL haben wir (für wässerige Lösungen bei 18°) für den *osmotischen Koeffizienten* f_0 ($= \frac{i}{n}$ wenn n die Anzahl der Ionen bedeutet, in welche die Elektrolytmolekel dissoziiert), nach Einsetzung der entsprechenden Zahlenwerte, die Beziehung:

$$1 - f_0 = 0{,}270 \cdot w \cdot \sqrt{nc}\,,$$

während für den *Leitungskoeffizienten* f_λ ($= \frac{\lambda_v}{\lambda_\infty} = \alpha$, klassischer Dissoziationsgrad) die Gleichung resultiert:

$$1 - f_\lambda = [0{,}270\, w_1 + 0{,}233 \times 10^8 \cdot b \cdot w_2] \cdot \sqrt{nc}\,.$$

Hierin sind: w resp. w_1 und w_2 Wertigkeitsfaktoren; während w von der Ionen*ladung* abhängt, sind w_1 und w_2 von den Ionenbeweglichkeiten abhängig; $n \cdot c$ — Gesamtkonzentration, b — mittlere Ionendurchmesser. Wenn auch zwischen beiden Gleichungen ein gewisser Zusammenhang besteht, so ist doch der Wert für f_λ durch individuelle Eigenschaften der Ionen (Beweglichkeiten, Durchmesser) maßgebend beeinflußt.

Die klassische Dissoziationstheorie hatte den Charakter einer einfachen, leicht übersehbaren Theorie, die einen direkten Zusammenhang zwischen dem Grade der Ionendissoziation und den osmotischen Druckgrößen herzustellen trachtete. Als ARRHENIUS (1891) seine Theorie gegen Angriffe verteidigen mußte, schrieb er (Ber. d. dtsch. chem. Ges. **24**, 2261. 1891): „Nun dürfte es wohl unzweifelhaft sein, daß man Hypothesen oder Theorien einführt, um das, was als kompliziert bekannt ist, einfach zu machen, und eine Hypothese ist um so besser, je größer die Verschiedenheit zwischen der Kompliziertheit in den älteren Anschauungen und der Einfachheit in den neuen Erklärungen ausfällt." Unter den großen Chemikern, die diese einfache Theorie ablehnten und nie haben gelten lassen, war auch D. MENDELEJEFF. Noch in der letzten (kurz vor seinem Tode erschienenen) Ausgabe seiner „Grundlagen der Chemie" (Russisch, Petersburg, 1906, S. 422, 436, 524) vertrat er die Ansicht, daß „die Auflösung im engen Zusammenhang stehe mit den gewöhnlichen Fällen der chemischen Vereinigung", dagegen „die elektrolytische Dissoziationstheorie nichts zum Verständnis der chemischen Beziehungen der Lösungen (insbesondere der Übergänge der letzteren in bestimmte Verbindungen usw.) beitrage", jede allgemeine Lösungstheorie letzten Endes aber die chemischen Verhältnisse mit den physikalischen gleichzeitig zu berücksichtigen hätte. Es scheint mir, daß die *moderne* Dissoziationstheorie mit ihren mehr oder weniger komplizierten und rein physikalischen Hilfsvorstellungen sich immer mehr von dem Ideal MENDELEJEFFS entfernt.

Wir haben eingangs auf gewisse Parallelen zwischen ARRHENIUS und BERZELIUS hingewiesen. Es sei erlaubt noch einiges hinzuzufügen. Der Schöpfer der *dualistischen* (elektrochemischen) Theorie, BERZELIUS, mußte es erleben, daß neue Erscheinungen und Tatsachen gegen die Grund-

gedanken seiner Theorie (polarer Gegensatz in der chemischen Wechselwirkung) zu sprechen schienen und daß man sich einer *unitarischen* Anschauungsweise mehr und mehr zuneigte. Viele Jahrzehnte vergingen, andere Tatsachen bereicherten unsere Erfahrung und schufen neue Denkmittel. Und heute ist der Gedanke von BERZELIUS lebendiger denn je, es „scheint durch die neuen physikalischen Erfahrungen über den Atombau nunmehr der Augenblick gekommen zu sein, wo er endgültig in seine Rechte eingesetzt werden muß" (KOSSEL, Zeitschr. f. angew. Chem. **26**, 314. 1922). Mußte nicht auch ARRHENIUS Zeuge sein, wie *seine* Theorie, sein Grundgedanke, einer Wandlung unterworfen wurde? Und nachdenklich möchte man die Frage stellen: Wird auch hier einmal die Rückkehr erfolgen?

Arbeiten zur Immunochemie und Kosmogonie.

Neben der Theorie von der elektrolytischen Dissoziation gelöster Stoffe sind es hauptsächlich noch zwei große Gruppen von Problemen, die durch ARRHENIUS eine Bearbeitung erfahren haben. Die *eine* Gruppe betrifft die Wechselwirkung zwischen Toxin und Antitoxin bzw. die *Serumtherapie* und verwandte Erscheinungen. Den Ausgangspunkt für *diese* Arbeitsrichtung gab wohl der Wunsch, mit den Denk- und Forschungsmitteln der physikalischen und Elektrochemie das sog. EHRLICHsche Phänomen aufzuklären. EHRLICH hatte nämlich gefunden, daß die Abschwächung eines Giftes (Toxins) durch sukzessiven Zusatz von Gegengift (Antitoxin) nicht gleichstark für jeden Zusatz ist, wie das bei vollständiger Bindung von Gift und Gegengift zu erwarten wäre, sondern daß die Wirkung des Gegengiftes mit wachsendem Zusatz desselben abnimmt. Zur Deutung dieser Erscheinungen nimmt EHRLICH an, daß das Gift aus mehreren verschieden giftigen Bestandteilen besteht, die eine verschiedene Avidität besitzen, also z. B. zwischen Toxinen und Antitoxinen, oder Agglutininen und Bacillen chemische Bindungen, und zwar besonders starke, bestehen (Verankerungstheorie, Seitenkettentheorie). Im Gegensatz hierzu will ARRHENIUS diese Wirkungen gleichsam auf das einfachste Modell zurückführen, indem er nicht Gemische, sondern chemische Individuen in typischen Lösungen aufeinander wirksam sein läßt, d. h. das Toxin besteht nur aus einem Gift, welches keine große Avidität zum Gegengift hat, demnach das ganze Phänomen der Neutralisation einer schwachen Base durch eine schwache Säure an die Seite zu stellen und als ein reversibler Vorgang mit Gleichgewichtszuständen zu behandeln sei, z. B.: Toxin + Antitoxin $\rightleftarrows$ Neutralsubstanz.

Kurz gesagt: ARRHENIUS will diese bei den Lebensvorgängen sich abspielenden Prozesse ihrer Kompliziertheit entkleiden und unter die Gesetze der Ionentheorie und der Massenwirkung zwingen. Durch umfangreiche experimentelle Untersuchungen, teils in Gemeinschaft mit TH. MADSEN (Zeitschr. f. physikal. Chem. **44**, 7. 1902; **46**, 415. 1903; Arb. d. Kais. Gesundheitsamts **20**. 1903; Journ. of the Americ. chem. soc. **30**, 1382. 1908; Ergebn. d. Physiol. von ASHER u. SPIRO **7**, 480. 1908 usw.), hat ARRHENIUS seine Ansichten zu stützen und gegen die verschiedenen Einwendungen zu verteidigen versucht. In den größeren Werken „Immunochemie" (1907) und „Quantitative Laws in biological Chemistry" (1915) hat er zusammenfassende Darstellungen dieses vielumstrittenen Forschungsgebietes gegeben.

Die *andere* und ausgedehntere Gruppe von Arbeiten nimmt ihren Anfang in ARRHENIUS' Jugendjahren und umfaßt Probleme der *kosmischen Physik* u. ä., z. B. Einfluß des Lichts auf den elektrischen Zustand der Atmosphäre (1888), Einfluß des Mondes auf den elektrischen Zustand der Erde (1895), Einfluß des Kohlensäuregehalts der Luft auf die Temperatur der Erde (1896), Periodizität der Polarlichter und Gewitter (1898), Einwirkung kosmischer Einflüsse auf die physiologischen Verhältnisse (1898), Ursache der Nordlichter (1900), Physik des Vulkanismus (1901), Ursache der Klimaschwankungen (1906), Atmosphären der Planeten (1910), Unendlichkeit der Welt (1909f.).

Geologische Probleme sind es, die ARRHENIUS in seinen Untersuchungen über die physikalisch-chemischen Bedingungen bei der Bildung der *Salzlagerstätten* (1912) erörtert.

Zu den weitestbekannten Werken von ARRHENIUS gehört sein „Werden der Welten". Neben den ältesten und jüngsten wissenschaftlichen Ansichten über *Mechanik und Kosmogonie* des Sonnensystems entwickelt der Verfasser auch seine Theorie über die *Entstehung des Lebens* auf Erden. Nachdem er hervorgehoben hat, daß die alljährlich auftauchenden sanguinischen Angaben über die Belebung toter Materie ohne Keime sich immer noch als Irrtum erwiesen haben, sagt er: „Die Frage ist ungefähr in demselben Stadium wie das Problem des ‚Perpetuum mobile' vor einem halben Jahrhundert. Es scheint daher höchst wahrscheinlich, daß das Problem der ‚Urzeugung' in seiner gegenwärtigen Form wie früher das „perpetuum mobile' vom wissenschaftlichen Programm abgesetzt wird. Es bleibt uns kaum etwas anderes übrig als anzunehmen, daß das Leben aus dem Weltenraum, das heißt von früher belebten Welten auf die Erde kam, und daß das Leben gleich der Materie und der Energie ewig ist . . . Ein wichtiger Schluß, den wir jetzt schon aus dieser Anschauung ziehen können, ist der, daß alle lebenden Wesen im Universum miteinander verwandt sind" (Die Vorstellung vom Weltgebäude, 1908, S. 183). Es ist also die Lehre von der Panspermie, die er vertritt. Es bleibt die Frage offen, *wie* kamen die Lebenskeime auf die Erde, oder wie erfolgte die Ausbreitung des Lebens durch den Weltenraum? Darauf gibt ARRHENIUS die Antwort: Durch den *Strahlungsdruck* (Lichtdruck) werden „Samen der niedrigsten

uns bekannten Organismen fortwährend von der Erde und anderen von ihnen bewohnten Planeten in den Raum hinausgeschleudert . . ." „So wie Samen im allgemeinen, so gehen die weitaus meisten hinausbeförderten Sporen dem Tod entgegen im kalten, unendlichen Weltenraum; aber eine kleine Anzahl fällt auf andere Himmelskörper nieder und ist imstande, dort Leben zu verbreiten, wenn sich günstige äußere Bedinungen finden" (Das Werden der Welten, 1907, S. 204). Das Grundmotiv dieser Ansichten von ARRHENIUS ist, daß *„das Weltganze seinem Wesen nach stets so war, wie es noch jetzt ist. Materie, Energie und Leben haben nur Form und Platz im Raum gewechselt"*.

Ein anderes kosmologisches Problem fordert noch ARRHENIUS' Scharfsinn heraus: der sog. „Wärmetod" des Weltalls. Der von SADI CARNOT und CLAUSIUS begründete zweite Hauptsatz der Thermodynamik besagt ja, daß bei der Umwandlung der Energie der nicht mehr verwandelbare Teil — Entropie — immerfort zunimmt, also ein Endzustand mit ruhender Energie (oder arbeitsunfähiger Energie) und damit der Wärmetod des Weltalls sich einstellt. Auch hier muß die Strahlung abhelfend wirksam sein, und in seinem Leipziger Vortrage (1922, s. nachher) hat er scharfsinnig neue Quellen für die Vermehrung und Verbesserung der Energie namhaft gemacht.

Um einen Begriff von der Mannigfaltigkeit der wissenschaftlichen Interessen und der Schaffenskraft ARRHENIUS' noch in gedrängter Form zu ermöglichen, seien die Titel seiner Hauptwerke (Lehrbücher, Vorlesungen usw.) angeführt:

Elektrochemie, Leipzig 1901 (mehrfache Neudrucke).

Lehrbuch der kosmischen Physik, 2 Teile, Leipzig 1903.

Theorien der Chemie (nach Vorles. an der Berkeley-Univers., 1904), Leipzig 1905, 2. Aufl. 1909.

Immunochemie, Leipzig 1907.

Untersuchungen über die galvanische Leitfähigkeit (1884), OSTWALDS Klassiker, N. 160, Leipzig 1907.

Das Werden der Welten, Leipzig 1907 (etwa 7. Aufl.).

Vorstellungen vom Weltgebäude im Wandel der Zeiten, Leipzig 1908 (etwa 7. Aufl.).

Der Lebenslauf der Planeten, Leipzig 1911 2. Aufl. 1921).

Das Weltall, Leipzig 1911.

Theories of Solutions (Vorles. an der Yale-Univers. 1911), New Haven 1912.

Aus meiner Jugendzeit (OSTWALD zum 60. Geburtstag gewidmet), Leipzig 1913.

Quantitative Laws in biological Chemistry, London 1915.

Die Chemie und das moderne Leben, Leipzig 1922.

Erde und Weltall, Leipzig 1926.

Erwähnt muß werden, daß ARRHENIUS für die autorisierten *deutschen* Ausgaben seiner Werke vorbildliche Übersetzer — FINKELSTEIN und BAMBERGER — hatte. Bedenken wir noch, daß zahlreiche dieser Werke zugleich in schwedischer, deutscher, englischer, französischer, finnischer, russischer und italienischer Sprache erschienen sind, so wird man zugeben, daß *seine* Gedankenwelt die ganze Kulturwelt durchstrahlt hat, *sein* Wissen ein internationales geistiges Gut geworden ist, *sein* Name und *seine* Persönlichkeit ein Symbol für internationale Wissenschaft und internationale Wissenschaftler werden mußte.

Nun noch einiges über ARRHENIUS und sein Verhältnis zu Deutschlands Gelehrten und deutscher Wissenschaft. Auch in diesen Beziehungen bewies er sich als ein Mann von seltener Treue und festem Glauben. Soll ich an seine Treue während und nach der Kriegsnot erinnern? Und wie mutspendend klingen seine Worte, wenn er schreibt: „Übrigens möge ganz in kurzem darauf hingewiesen werden, daß die chemische Wissenschaft und Industrie der Jetztzeit in Deutschland einen noch mehr hervorragenden Platz einnehmen, als in irgendeinem anderen Lande . . . Es ist wohl zu vermuten, daß der Wiederaufbau Deutschlands nach dem verheerenden Kriege im höchsten Grade auf der Verwendung der Chemie begründet wird" (Die Chemie und das moderne Leben, Leipzig 1922, S. VIII).

Es war in der Sommerzeit des Jahres 1884, da erschienen auf der Naturforscherversammlung in Magdeburg zwei jugendliche blonde Nordländer. Und wohl niemand ahnte, daß die beiden, WILH. OSTWALD und SVANTE ARRHENIUS, schon nach wenigen Jahren die chemische Wissenschaft in andere Bahnen lenken würden! War es dem erstgenannten beschieden, von Leipzig aus der „Praeceptor mundi" in der physikalischen Chemie zu werden, so war es des andern Genie, welches ihn von den Ionen und Zellen hinaus in die Planeten- und Fixsternwelt führte und zum Seher im „Werden der Welten" wandelte!

Im Jahre 1922 beging die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Leipzig die Jahrhundertfeier; gleichzeitig fand die XXVII. Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft statt. Und wiederum treffen wir OSTWALD und ARRHENIUS beisammen! Wohl haben die Jahrzehnte das Haupthaar gebleicht, doch eine seltene Frische des Geistes kennzeichnet beide Altmeister. War es einst der Ionenbegriff, der beide zusammengeführt hatte und lehrend und bekehrend auftreten ließ, so waren es nunmehr Probleme ganz verschiedener Art, über welche beide als Redner Bericht erstatteten.

OSTWALDS Vortrag war betitelt: „Welche Fortschritte hat die neue *Farben*lehre gebracht?" (Zeitschr. f. Elektrochem. **28**, 398. 1922). ARRHENIUS' Thema lautete: „Physikalisch-chemische Gesetzmäßigkeiten bei den *kosmisch*-chemischen

Vorgängen" (ib., S. 405). Er sucht nach kräftigeren Energiequellen, um die durch Strahlung der Sonne in Wärme umgewandelte Energie zu ersetzen und damit die Existenzdauer der Erde und des Lebens auf derselben zu sichern. Er erblickt in der Abdissoziierung der Elektronen von den Atomen in den Sternen und in der Sonne eine solche Quelle, bei der Abkühlung des Sterns werden alle abgespaltenen Elektronen sich wieder mit dem Kern vereinigen, und die große Dissoziationswärme steht bei der Strahlung zur Verfügung. Dieser Prozeß würde ausreichend sein, um etwa für eine halbe Milliarde von Jahren die Energieverluste der Sonne zu decken. Eine andere Quelle würde durch die *Kondensation* von Wasserstoffatomen zu schwereren Atomen gegeben sein, — nach der EINSTEINschen Relativitätstheorie würde hierbei ein aus Wasserstoff bestehender Himmelskörper von der Größe der Sonne, bei einem jährlichen Verlust von 2 Grammcalorien pro Gramm reiner Masse, etwa 87 Milliarden Jahre hindurch die ausgestrahlte Wärme kontinuierlich durch die Wärmeproduktion zufolge der H-Kondensation ersetzen können.

Vom Weltall zu Alltags- und technischen Problemen führte uns ARRHENIUS 2 Jahre später, als er auf der Tagung der Bunsen-Gesellschaft in Göttingen einen Vortrag über „Kinetik der Cellulose" (Zeitschr. f. Elektrochem. **30**, 375. 1924) hielt. Sein *letzter* Besuch galt der Bunsen-Gesellschaft anläßlich ihrer Tagung in Darmstadt (1925). Der kranke Meister hatte seine Kur in Nauheim unterbrochen, um inmitten seiner Freunde und der Jugend einige Stunden zu verbringen. Es sollte dies sein letzter Besuch sein, und für uns war es die letzte Gelegenheit, dem *Lebenden* Dank und Verehrung zu bezeugen.

Er war ein großer und kühner Bauherr im Reiche der Wissenschaft; durch seine Ideen ward er ein Arbeitgeber für viele Meister und Gesellen der exakten Forschung; sein Königsruhm ist bleibend: er schenkte den *Ionen* (in Lösung) die *Freiheit* und der messenden Wissenschaft den *Dissoziationsgrad*.

Zuschriften.

Der Herausgeber bittet, die *Zuschriften* auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken, bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Die Streuung von Elektronen an Krystallen.

Die Versuche von DAVISSON und GERMER[1] über die Reflexion von Elektronen an einem Nickeleinkrystall zeigen bekanntlich Analogien zur Reflexion von Röntgenstrahlen an demselben Krystall und zwingen direkt zu der DE BROGLIEschen Annahme, daß ein mit der Geschwindigkeit v bewegtes Elektron von einem Wellenvorgang von der Wellenlänge $\Lambda = \frac{h}{mv}$ begleitet ist. (h = PLANCKsches Wirkungsquantum, m = Elektronenmasse.) Insbesondere besteht die Analogie darin, daß bei einigen diskreten Wellenlängen eine intensive selektive Reflexion nach einer bestimmten Richtung auftritt; doch stimmen quantitativ die Wellenlängen, bei denen selektive Reflexion stattfindet, für Elektronen- und Röntgenwellen *nicht* überein. Zur Erklärung dieser Diskrepanz habe ich in einer früheren Notiz in den Naturwissenschaften[2] einen Brechungsindex für Elektronenwellen herangezogen, der sich aus der SCHRÖDINGERschen Gleichung ergab zu

$$\mu = \frac{\Lambda}{\lambda} = \sqrt{1 - \frac{V}{E}}.$$

Dabei bedeutet Λ die Wellenlänge der Elektronenwelle im Vakuum, λ dieselbe im Krystall, welche mit der Wellenlänge der entsprechenden Röntgenreflexion übereinstimmen muß, E die Gesamtenergie der Elektronen im Vakuum (Bombardierungspotential) und V die mittlere potentielle Energie der Elektronen innerhalb des Krystalls.

Nun verglich ich damals, wie von DAVISSON und GERMER vorgeschlagen, jede selektive Elektronenreflexion mit der Röntgenreflexion von der nächst *längeren* Wellenlänge. Diese Zuordnung erschien durch die Tatsache gerechtfertigt, daß die langwelligste selektive Elektronenreflexion nach den Experimenten von DAVISSON und GERMER stets eine *kürzere* Wellenlänge besitzt als die langwelligste Röntgenreflexion, und es ergaben sich danach Brechungsindices $\mu < 1$, entsprechend einer positiven potentiellen Energie V (Verminderung der kinetischen Energie der Elektronen beim Übertritt in den Krystall). Numerisch ergab sich V ungefähr zu $+20$ Volt.

Während nun im Prinzip die Erklärung durch einen Brechungsindex erhalten bleibt, ist die besprochene Zuordnung den neuen Versuchen von DAVISSON und GERMER gegenüber nicht mehr aufrechtzuerhalten aus folgenden Gründen:

1. Aus den neu beobachteten Reflexionen mit Elektronenenergien E zwischen 160 und 370 Volt ergeben sich auf Grund der bisherigen Zuordnung Werte für V, die eine ganz unregelmäßige Funktion der einfallenden Wellenlänge $\Lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2mE}}$ sind (vgl. Tabelle), während man in erster Näherung Konstanz der mittleren potentiellen Energie V erwarten sollte.

2. Bei Annahme eines Brechungsindex $\mu < 1$ würden die Elektronen beim Austritt aus dem Krystall zum Einfallslot hin gebrochen werden, und der reflektierte Strahl im Vakuum dürfte mit dem Einfallslot höchstens den Grenzwinkel der Totalreflexion $\Theta_0 = \arcsin \mu$ einschließen, das sind bei einem Brechungsindex von ca. 0,8 für langsame Elektronen 53°. Dem widerspricht die Beobachtung nahezu streifend ins Vakuum tretender Elektronen unter Winkeln Θ bis zu 85° (grazing beams).

3. Nach der bisherigen Zuordnung ergeben sich bei höheren Elektronengeschwindigkeiten aus den Versuchen enorm hohe Werte für V (bis 80 Volt), die nicht von den Atomfeldern des Krystalls im Mittel erzeugt werden können.

Dazu kommt noch ein theoretischer Grund:

[1] Nature **119**, 538. 1927; Phys. Rev. **30**, 706. 1927.
[2] Naturwissenschaften **15**, 786. 1927.

4. Die mittlere potentielle Energie V muß auch den ohnehin im Krystall befindlichen Leitungselektronen zukommen, da die relativ wenigen Elektronen, welche durch Bombardement in den Krystall eindringen, unmöglich das elektrische Feld in diesem wesentlich verändern können. Wäre nun V positiv, so müßte das Metall von selbst Leitungselektronen in die Umgebung abgeben, während zur Elektronenabgabe bekanntlich die positive Arbeit W_a des RICHARDSON-Effektes *aufgewandt* werden muß. Die mittlere potentielle Energie V muß also notwendig *negativ* und gleich $-W_a$ sein.

Diese Gründe zwingen dazu, die Zuordnung zu ändern und nunmehr jede Elektronenreflexion mit der Röntgenreflexion von der nächst *kürzeren* Wellenlänge in Beziehung zu setzen. Dann wird $\mu > 1$ und die mittlere potentielle Energie V negativ. Aus der Tabelle sieht man leicht, daß dadurch alle Schwierigkeiten behoben werden:

1. Der Wert von V wird bis auf wenige Ausnahmen von der Wellenlänge nahezu unabhängig; vollständige Unabhängigkeit ist deshalb nicht zu erwarten, weil die Annahme eines im ganzen Krystall konstanten Potentials V nur eine rohe Näherung darstellt.

2. Die Schwierigkeit der grazing beams fällt bei $\mu > 1$ natürlich fort.

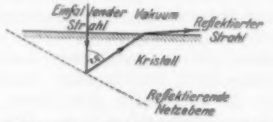
3. Als numerischer Wert von V folgt aus den Experimenten im Mittel etwa -15 Volt. Eine theoretische Berechnung nach der Wellenmechanik ergibt in naher Übereinstimmung hiermit -17 Volt.

4. Der aus den DAVISSONschen Versuchen wie aus der Wellenmechanik folgende Wert $W_a = 15$ Volt für die aufzuwendende Arbeit beim RICHARDSON-Effekt ist von der zu erwartenden Größenordnung. Nach SOMMERFELD[1] ist nämlich die beobachtete Konstante beim RICHARDSON-Effekt gleich der gegen die Atomfelder zu leistenden Arbeit W_a minus der Nullpunktsenergie des entarteten Elektronengases W_i, welche bei Annahme von zwei Leitungselektronen pro Nickelatom gleich 11 Volt wird. Die Differenz $W_a - W_i =$ ungefähr 4 Volt fällt genau in die Größenordnung der im RICHARDSON-Effekt beobachteten Konstanten. Es ist interessant, daß hiernach Elektronenbeugungsversuche die beim RICHARDSON-Effekt nicht beobachtbare äußere Arbeit W_a liefern.

Tabelle.

E (Volt)		Entsprechende Röntgenwellenlänge		Potentielle Energie im Krystall (Volt)	
		alte Zuordnung	neue Zuordnung	alte Zuordnung	neue Zuordnung
54	1,67	2,03	1,49	+ 18	− 13
65	1,52	1,84	1,35	21	− 16,5
106	1,19	1,49	1,13	39	− 11,5
126	1,09	1,35	1,04	44	− 11
143	1,02	1,22	1,04	43	+ 7
160	0,97	1,05	0,92	26	− 14
174	0,93	1,13	0,89	57	− 13
181	0,91	1,02	0,88	37	− 13
188	0,89	1,04	0,87	52	− 8
190	0,89	1,04	0,84	53	− 23
293	0,72	0,83	0,70	79	− 15
310	0,69	0,72	0,68	21	− 16
313	0,69	0,79	0,68	72	− 14
370	0,64	0,67	0,62	44	− 25

Verfolgen wir nun den Weg einer Elektronenwelle etwas näher (s. Fig.): Die senkrecht auf die Krystalloberfläche auftreffende Welle dringt unter Verkürzung der Wellenlänge, aber in derselben Richtung in den Krystall ein und wird dort an den Netzebenen des Krystalls nach verschiedenen Richtungen ϑ reflektiert. Nicht alle gestreuten Strahlen können aber wieder aus dem Krystall mit dem Brechungsindex $\mu > 1$ austreten, sondern es wird Totalreflexion eintreten für alle *die* Elektronenwellen, die im Krystall nahezu parallel der Oberfläche fortschreiten. Das gilt z. B. für diejenigen Elektronenwellen, welche den langwelligsten Röntgenreflexionen, im (111)- und (110)-Azimut entsprechen; diese sind also nicht beobachtbar und auch tatsächlich nicht beobachtet. Im (100)-Azimut dagegen ergibt sich der Strahlengang gerade so, daß die Elektronen den Krystall streifend verlassen und infolgedessen Anlaß geben zu dem besonders starken beobachteten „grazing beam" in diesem Azimut.



Strahlengang für Elektronenwellen.

Demnach scheint die neue Annahme, daß die Elektronen beim Eintritt in den Krystall um ca. 15 Volt beschleunigt werden, mit den Versuchsergebnissen in bester Übereinstimmung.

Ich danke Herrn Prof. SOMMERFELD für seine dauernde Anregung und Hilfe bei der Durchführung dieser Arbeit.

München, Institut für Theoretische Physik, den 20. März 1928. HANS BETHE.

[1] Zeitschr. f. Phys. **47**. 1. besonders Gl. 53b auf S. 30.

Chemische Atomgewichtsbestimmungen und wirkliches Atomgewicht.

Zahlreiche Atomgewichtsbestimmungen an „Uranblei" ergaben wegen der Anwesenheit von gewöhnlichem Blei in vielen Uranerzen zwar sehr schwankende Werte, doch drängt sich etwa die Hälfte aller Bestimmungen, vorzugsweise die krystallisierten Pechblenden betreffend, auffallend um den Wert 206,05 zusammen, besonders wenn man für das anwesende Thorblei eine Korrektur anbringt. Da eine bedeutendere, sehr gleichmäßige Verunreinigung mit gewöhnlichem Blei nicht wahrscheinlich ist, so darf man 206,05 wohl als das wirkliche Verbindungsgewicht von reinem Uranblei, also einer Mischung aus RaG mit ca. 3% AcD ansehen. Schreibt man dem AcD ein Atomgewicht um 207 zu, so ergibt sich für RaG 206,02, was auch nach ASTONS Massenbestimmungen an schweren Elementen dem wirklichen Atomgewicht recht nahe kommen dürfte.

Nun sind aber, wenn man an der Herkunft der Zerfallsenergie aus dem Inneren der Atomkerne festhält, die Atomgewichte zweier Elemente einer radioaktiven Zerfallsreihe durch die Beziehung miteinander verknüpft, daß ihre Differenz gleich der beim Zerfall des einen Elements in das andere abgegebenen Masse, ausgedrückt in Atomgewichtseinheiten, sein muß. Zieht man von dem HÖNIGSCHMIDschen Atomgewicht des Radiums 225,97 dementsprechend die Masse von 5 α-Teilchen ($5 \times 4{,}002$) sowie das Massenäquivalent der beim Zerfall bis zum RaG abgegebenen Energie (ca. 0,034) ab, so erhalten wir für das RaG-Atomgew. knapp 205,93. Würden wir das At.-Gew. des AcD zu 209 und das Verhältnis zwischen Aktinium- und Radiumreihe zu 4% annehmen, so ließe sich das At.-Gew. von „Uranblei" 206,05 gerade noch mit diesem aus dem Ra-At.-Gew. berechneten RaG-At.-Gew. in Ein-

FÜNFTER JAHRGANG MAI 1928 • Nr. 2

MITTEILUNGEN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND AERZTE

Einladung

zur 90. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Hamburg vom 16. bis 22. September 1928.

Infolge der wiederholten, herzlichen Einladung des Senates der Freien und Hansestadt Hamburg hat die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in der Geschäftssitzung der 89. Versammlung in Düsseldorf beschlossen, die 90. Versammlung des Jahres 1928 in Hamburg abzuhalten. Länger als ein Vierteljahrhundert ist es her, daß Hamburg die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte anläßlich ihrer 73. Versammlung im Jahre 1901 in seinen Mauern begrüßen durfte. Alle, die als Gäste daran teilnehmen durften, erinnern sich bis heute gern jener schönen Stunden an den Ufern der Elbe und Alster, an die herzliche Aufnahme durch die hamburgischen Berufsgenossen und weitere Bevölkerungskreise, deren Gastlichkeit von alters her bekannt und berühmt ist; andererseits erinnern sich die in Hamburg Ansässigen besonders gern des glücklichen Verlaufes jener Tagung; sie freuen sich, die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte wieder in ihrem Kreise begrüßen zu können; sie rüsten sich, im Herbst dieses Jahres eine noch weit größere Anzahl von Gästen willkommen zu heißen und ihnen nach Kräften das Beste zu bieten, was die alte Hansestadt zu bieten vermag.

Die unterzeichnete Geschäftsführung und die vorbereitenden Ausschüsse, in denen die Behörden mit den maßgebenden Kreisen der Wissenschaft und des Handels vereinigt sind, laden hiermit alle deutschen Naturforscher und Ärzte und alle, die deutsche Wissenschaft schätzen, herzlich ein zu möglichst zahlreicher Teilnahme an der

90. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, die vom 16. bis 22. September 1928 in Hamburg

unter dem Protektorat seiner Magnifizenz des Herrn Präsidenten des Senats stattfindet. Auch die Teilnahme ausländischer Gelehrter darf in großem Umfange erwartet werden, wie die Erfahrungen der früher in Hamburg abgehaltenen Tagungen erweisen.

Der Aufbau des wissenschaftlichen Teiles der diesjährigen Tagung entspricht demjenigen der früheren: an die *drei allgemeinen Sitzungen* und die Sitzungen der beiden *Hauptgruppen* schließen sich die *Einzelsitzungen* der Abteilungen und die besonders wichtigen kombinierten Sitzungen. In einem der Hauptvorträge wird die Wechselbeziehung zwischen Wissenschaft und Handel behandelt werden. *Allgemeine öffentliche Vorträge* für die interessierten Bevölkerungskreise sind im Rahmen der Versammlung vorgesehen.

Erhöht wird die wissenschaftliche Bedeutung der Tagung durch die rege Beteiligung der jungen Hamburgischen Universität, die sich die Pflege wissenschaftlicher Beziehungen zum Auslande zur ganz besonderen Aufgabe gemacht hat.

Gemeinsame große gesellige Veranstaltungen verbieten sich von selbst durch die zu erwartende nach Tausenden zählende Menge der Teilnehmer. Um so mehr wird die Geschäftsführung darauf bedacht sein, für kleinere Gruppen ein sorgfältiges Programm auszuarbeiten; ist doch Hamburg als Fremdenstadt wie keine andere geeignet, durch abwechslungsreiche Tageseinteilung die Gäste und ihre Damen zu unterhalten und zu belehren.

Mit der Tagung ist eine *Ausstellung* auf medizinischem und naturwissenschaftlichem Gebiet in der neuen Ausstellungshalle des Zoologischen Gartens verbunden; zahlreiche Besichtigungen moderner technischer und wirtschaftlicher Betriebe (z. B. Müllverbrennungsanstalt, Sielfahrt, Elbtunnel, Stadtpark, Friedhof Ohlsdorf, Gasanstalt Grasbrook, Elektrizitätswerk Neuhof, Hamburger Wasserwerke) sind vorgesehen.

Der Senat der Stadt Hamburg veranstaltet zu Ehren der Teilnehmer einen Empfang im Rathause. Die ganze Woche hindurch finden Festvorstellungen in sämtlichen Theatern statt. Schiffahrtslinien und industrielle Betriebe laden zu Besichtigungen ihrer großen Dampfer und Anlagen ein. Den an Wirtschafts- und politischen Gegenwartsfragen interessierten Teilnehmern der Tagung bietet das Hamburgische Welt-Wirtschafts-Archiv mit seinen reichhaltigen Archivsammlungen und seiner Spezialbibliothek von Nachschlagewerken, Statistiken, Handelsadreßbüchern, Bibliographien einzigartige Informationsmöglichkeiten.

Ein *Damenausschuß* wird für die Führung der Familienmitglieder der Teilnehmer sorgen. Sachverständige Führung in den Museen und der Kunsthalle ist vorgesehen.

Zahlreiche *Ausflüge* in die Umgebung (Blankenese, Friedrichsruh, Lüneburg, Lübeck, Schwerin, Cuxhaven mit seinem Fischereihafen und seiner Fischindustrie sowie seinen Seebadeanlagen) werden

vorbereitet. Viele Teilnehmer werden ihren Ausflug nach Helgoland ausdehnen, um dort die Preußische Biologische Anstalt zu besichtigen, die von einem Hamburger Gelehrten geleitet wird.

Den offiziellen Schluß der Tagung wird eine gemeinsame Fahrt der Teilnehmer nach *Kiel* bilden, das seine Einladung in besonders herzlicher Form hat ergehen lassen. Kiel bietet den Wissenschaftlern durch seine Universität, durch das Institut für Welt-Wirtschaft und Seeverkehr und durch das neu eröffnete Institut für Milchforschung wertvolle Anregungen, zumal mehrere wissenschaftliche Vorträge im Rahmen der 90. Versammlung stattfinden werden. Daneben bietet Kiel aber durch seine bekannten lieblichen landschaftlichen Bilder einen besonderen Anreiz auch für die Damen und Familienangehörigen der Teilnehmer. Von Kiel sind weiter mehrtägige Ausflüge nach Kopenhagen, ja sogar bis Stockholm, Oslo und Bergen geplant. Es besteht ferner die Möglichkeit, von Kiel aus über den neu erbauten Hindenburgdamm nach Westerland auf Sylt zu gelangen und von dort über Helgoland nach Hamburg zurückzukehren.

An der Versammlung kann jeder teilnehmen, der sich für Naturwissenschaft oder Medizin interessiert. Der Preis der Teilnehmerkarte beträgt RM 25.— einschließlich des freien Eintritts in den Zoologischen Garten und der freien Benutzung der Straßenbahn. *Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte zahlen nur RM 20.— und, falls sie länger als 1 Jahr Mitglied sind, nur RM 15.—.* Für die Damen der Teilnehmer ist der Preis auf RM 15.—, für Studierende auf RM 5.— festgesetzt. Eine Ermäßigung ist auch für solche Teilnehmer in Aussicht genommen, welche noch keine feste Anstellung oder sonst gesicherte Lebensstellung haben. *Bei allen Veranstaltungen werden zunächst die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte nebst ihren Angehörigen, dann erst die übrigen Teilnehmer berücksichtigt.* Anmeldungen für die Erwerbung der *Mitgliedschaft der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte* sind an deren Geschäftsstelle, Leipzig C 1, Gustav-Adolf-Str. 12, zu richten.

Das vorläufige Programm der Tagung ist folgendes:

Sonnabend, den 15. September:

11 Uhr vormittags: Eröffnung der *Ausstellung* im Zoologischen Garten.
3 Uhr nachmittags: Vorstandssitzung.

Sonntag, den 16. September:

9 Uhr vormittags: Sitzung des *wissenschaftlichen Ausschusses* der Gesellschaft.
8 Uhr abends: Zwanglose *Zusammenkunft zur Begrüßung* in der Ernst-Merck-Halle des Zoologischen Gartens, bei günstigem Wetter auch im Garten.

Montag, den 17. September:

9 Uhr vormittags: *Erste allgemeine Sitzung:*
A. Eröffnungsansprachen.
B. Vorträge: 1. Reichskanzler a. D. Geheimrat Dr. CUNO, Vorsitzender des Direktoriums der Hamburg-Amerika-Linie: Handel und Wissenschaft. — 2. Prof. Dr. WALDEN, Rostock: Die Bedeutung der Wöhlerschen Harnstoff-Synthese.

3 Uhr nachmittags: A. *Sitzung der Medizinischen Hauptgruppe.*
1. Kommen und Gehen der Epidemien: a) Ministerialdirektor i. R. Prof. Dr. GOTTSTEIN, Berlin; b) Prof. Dr. GOTSCHLICH, Heidelberg. — 2. Die psychische Beeinflussung des vegetativen Nervensystems im Lichte der Physiologie und Klinik: a) Prof. Dr. v. BRÜCKE, Innsbruck; b) Prof. Dr. HANSEN, Heidelberg.
B. *Abteilungssitzungen der Naturwissenschaftlichen Hauptgruppe.*

7 Uhr abends: Empfang durch den Senat der Freien und Hansestadt Hamburg; Empfang auf verschiedenen Überseedampfern.
7 Uhr abends: Chorkonzert (Prof. ALFRED SITTARD) in der Gr. St. Michaeliskirche, gegeben von der Stadt Hamburg.

Dienstag, den 18. September:

9 Uhr vormittags: *Zweite allgemeine Sitzung:*
Vorträge: 1. Dr. B. BREITNER, Wien: Die Blutgruppenfrage; 2. Prof. Dr. OTTO WARBURG, Berlin: Gärung und Atmung; 3. Prof. Dr. v. OSTERTAG, Stuttgart: Bekämpfung der Tierseuchen.

3 Uhr nachmittags: A. *Sitzung der Naturwissenschaftlichen Hauptgruppe.*
Vorträge: 1. Die NAEGELIsche Micellarlehre: a) Ihre physikalischen Grundlagen: Prof. Dr. SCHERRER, Zürich; b) Ihre Ergebnisse bei der Erforschung des Organismus: Prof. Dr. V. M. S. SCHMIDT, Gießen; 2. Die Bedeutung der Isostasie für die Gestaltung der Erdoberfläche: Prof. Dr. AXEL BORN, Berlin.
B. *Abteilungssitzungen der Medizinischen Hauptgruppe.*

7 Uhr abends: Orgelkonzert (Prof. ALFRED SITTARD) in der Gr. St. Michaeliskirche, gegeben von der Stadt Hamburg.

Mittwoch, den 19. September:

8½ Uhr vormittags: *Geschäftssitzung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte* in der Ernst-Merck-Halle des Zoologischen Gartens.
9½ Uhr vormittags: *Dritte allgemeine Sitzung:*
Vorträge: 1. Prof. Dr. DEFANT, Berlin: Wissenschaftliche Ergebnisse der Meteorfahrt; 2. Prof. Dr. RUKOP, Köln: Telegraphie mit kurzen Wellen.

3 Uhr nachmittags: A. *Sondersitzung der Medizinischen Hauptgruppe.*
Vorträge: Die Hormone: 1. Neuere Chemie der Hormone: Prof. Dr. BARGER, Edinburgh; 2. Die weiblichen Sexualhormone: a) Prof. Dr. ZONDECK, Berlin; b) Dr. FRITZ LAQUER, Elberfeld.
B. Gleichzeitig *Sitzungen der Naturwissenschaftlichen Abteilungen*, soweit diese sich nicht an der Sondersitzung der Medizinischen Hauptgruppe beteiligen wollen.
7 Uhr abends: Orchesterkonzert (Dr. KARL MUCK) in der Musikhalle, gegeben von der Stadt Hamburg.
Abends: Gesellschaftsabend im Uhlenhorster Fährhaus, Lampionkorso auf der Alster, großes Feuerwerk beim Uhlenhorster Fährhaus und auf dem Stadtparksee.

Donnerstag, den 20. September:

Vor- und nachmittags: *Abteilungssitzungen.*
7 Uhr abends: Orchesterkonzert (Dr. KARL MUCK) in der Musikhalle, gegeben von der Stadt Hamburg.
Abends: Gesellige Veranstaltungen.

Freitag, den 21. September:

Vormittags: *Abteilungssitzungen.*
Nachmittags: Nach Bedarf *Abteilungssitzungen.*
3 Uhr nachmittags: Abschiedskonzert im Zoologischen Garten. Ausflüge in die nähere Umgebung.
6 Uhr nachmittags: Gemeinsame Fahrt im Sonderzug nach Kiel.
8½ Uhr abends: Empfangsabend, gegeben von der Stadt Kiel.

Sonnabend, den 22. September:

In Kiel: Besichtigung des Instituts für Welt-Wirtschaft und Seeverkehr und des Milchforschungsinstituts.
Vorträge der Herren Geheimrat HARMS, Prof. Dr. BEHM (Die Entwicklung des Echolotes) und Dr. KIEFERLE, Weihenstephan (Die Beziehungen des Jodgehaltes des Bodens, der Futterpflanzen und der Kuhmilch zum Kropf).
Für diejenigen Teilnehmer, die nicht nach Kiel fahren, Ausflüge nach Lübeck, Schwerin, Lüneburg, Cuxhaven, Helgoland, Westerland a. S., Wyk a. Föhr, Borkum, Norderney usw.

Während der Naturforscherversammlung sind folgende öffentliche populäre Abendvorträge vorgesehen:

Prof. Dr. DEBYE, Zürich: Über ein physikalisches Thema.
Prof. Dr. v. FRISCH, München: Die biologische Bedeutung von Blumenfarbe und Blütenduft.
Geheimrat Prof. Dr. SAUERBRUCH, Berlin: Über ein medizinisches Thema.
Geheimrat Prof. Dr. SCHLOSSMANN, Düsseldorf: Gesundheit und Wirtschaft.
Geheimrat Prof. Dr. ZUR STRASSEN, Frankfurt a. M.: Bienenstaat und Menschenstaat.
Prof. Dr. BARON v. UEXKÜLL, Hamburg: Welt und Umwelt.

Die *Anmeldung von Vorträgen für die Abteilungssitzungen* ist spätestens bis zum 10. Juni 1928 an den Einführenden der Abteilung zu richten, in der sie gehalten werden sollen. Die Einführenden leiten diese Anmeldung an die Geschäftsstelle weiter.

Die Hamburger Luftschiffhallen-Gesellschaft bereitet einen besonderen Flugtag vor. Während der Woche veranstaltet die *Deutsche Lufthansa A.G.* jeden Nachmittag Rundflüge über der Stadt und dem Hafen zu besonders günstigen Bedingungen. Die Deutsche Lufthansa bietet auch die beste Gelegenheit für auswärtige Teilnehmer, den Tagungsort Hamburg auf schnellstem und bequemem Wege zu erreichen. — Zahlreiche wissenschaftliche Vereinigungen werden ihre Sitzungen während der Naturforscherversammlung oder im Anschluß an diese vorher oder nachher abhalten.

Wir bitten, baldmöglichst auf der beigefügten Postkarte uns mitzuteilen, ob Sie die Absicht haben, an der 90. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Hamburg teilzunehmen und ob Sie die Zusendung der *ausführlichen Übersicht* wünschen, die im Laufe des Juli zur Versendung gelangt. Bei der zu erwartenden Menge der Teilnehmer sichert nur früheste Anmeldung eine befriedigende Unterbringung und Teilnahme an allen Veranstaltungen. *Alle die Tagung betreffenden Anfragen beantwortet die Geschäftsstelle der 90. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, Hamburg 13, Universitätsgebäude.* — Wegen Beteiligung an der *Ausstellung* wende man sich unmittelbar an *Messeleiter Herrn Albert Lubisch, Hamburg, Johanniswall 22.* Auskunft wegen des Aufenthalts in Kiel und Sonderprospekte der anschließenden Ausflüge, insbesondere nach den nordischen Ländern, erteilt unmittelbar das *Kieler Reise- und Verkehrsbüro G. m. b. H., Kiel, Hauptbahnhof.*

Um weiteste Verbreitung dieser Einladung an alle, die sich für Naturwissenschaft und Heilkunde interessieren, und um Bekanntgabe in Fachvereinen und Zeitschriften wird gebeten.

Die Geschäftsführung:

1. Geschäftsführer: Professor Dr. BLASCHKE; Vertreter: Professor Dr. H. G. MÖLLER.
2. Geschäftsführer: Professor Dr. NOCHT; Vertreter: Professor Dr. WEYGANDT.
Schriftführer: Direktor Professor Dr. RIEBESELL; Oberarzt Dr. med. TREPLIN.
Schatzmeister: CORNELIUS FREIHERR v. BERENBERG-GOSSLER; Bankier GEORG TILLMANN.
Generalsekretär der Geschäftsführung: Regierungsrat MAASS.

} Sämtlich in Hamburg.

Die Einführenden und stellvertretenden Einführenden der Abteilungen der 90. Versammlung in Hamburg (samtlich in Hamburg mit Ausnahme der Herren Prof. Dr. Spangenberg, Weidler, Hans Meier, Nöller, Schmidt).

I. Naturwissenschaftliche Hauptgruppe.

1. *Mathematik und Astronomie:* Prof. Dr. Hecke, Seminar f. Mathematik, Rothenbaumchaussee 21/23; Prof. Dr. Artin.

2. *Physik:* Prof. Dr. Koch, Physikal. Staatsinst., Jungiusstr. 9; Prof. Dr. Lenz, Dr. Minkowski.

3. *Technische Physik und Elektrotechnik:* Prof. Dr. Möller, Inst. f. angew. Physik, Jungiusstr. 9; Prof. Dr. Weisshaar.

4a. *Chemie:* Prof. Dr. Rabe, Chem. Staatsinst., Jungiusstr. 9; Prof. Dr. Remy.

4b. *Physikalische Chemie:* Prof. Dr. Stern, Inst. f. physikal. Chem., Jungiusstr. 9; Dr. Estermann.

5a. *Angewandte und technische Chemie:* Dr. Schlinck, Heimhuderstr. 75; Dr. Jantzen.

5b. *Agrikulturchemie:* Prof. Dr. Schmalfuss, Chem. Staatsinst., Jungiusstr. 9.

6. *Pharmazie, pharmazeutische Chemie und Pharmakologie:* Prof. Dr. Göhlich, Chem. Untersuchungsamt, Jungiusstr. 9; Prof. Dr. Bredemann, Rat Windrath.

7. *Geophysik:* Prof. Dr. Tams, Hauptstation f. Erdbebenforschung, Jungiusstr. 9; Dr. E. Kuhlbrodt.

8. *Mineralogie:* Prof. Dr. Rose, Inst. f. Mineralogie u. Petrographie, Esplanade 1c; Prof. Dr. Spangenberg, Kiel, Schwanenweg 20a.

9. *Geologie:* Prof. Dr. Gürich, Mineralogisch-Geologisches Staatsinstitut; Dr. Gripp.

10. *Geographie:* Prof. Dr. Passarge, Seminar f. Geographie, Rothenbaumchaussee 21; Prof. Dr. Schott, Prof. Dr. Schulz.

11a. *Allgemeine Botanik:* Prof. Dr. Winkler, Inst. f. allg. Botanik, Jungiusstr. 6; Prof. Dr. Klebahn.

11b. *Angewandte Botanik:* Prof. Dr. Bredemann, Inst. f. angew. Botanik, B. d. Kirchhöfen 14; Prof. Dr. Brunner.

12. *Zoologie:* Prof. Dr. Lohmann, Zoologisches Staatsinstitut, Steintorwall; Prof. Dr. Hentschel.

13a. *Vererbungswissenschaft:* Prof. Dr. Winkler, Inst. f. allg. Botanik, Jungiusstr. 6; Prof. Dr. Poll.

13b. *Familienforschung:* Prof. Dr. Weidler, Altona, Bahnhofstr. 15; Dr. Westberg.

14. *Anthropologie:* Prof. Dr. Thilenius, Museum f. Völkerkunde, Rothenbaumchaussee 64; Dr. Scheidt.

15. *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht:* Prof. Dr. Umlauf, Oberschulbehörde; Prof. Dr. Doermer, Gr.-Borstel.

II. Medizinische Hauptgruppe.

16. *Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften:* Prof. Dr. Reiche, Moorweidenstr. 14; Dr. Adolf Meyer.

17. *Anatomie, Histologie, Entwicklungsgeschichte:* Prof. Dr. Poll, Anat. Inst., Ericastr. 1; Prof. Dr. Brodersen.

18. *Physiologie und physiologische Chemie:* Prof. Dr. Kestner, Loogestieg 13; Prof. Dr. Schumm.

19. *Pharmakologie:* Prof. Dr. Bornstein, Hartwicusstr. 10; Dr. Griesbach.

20. *Allgemeine Pathologie und Pathologische Anatomie:* Prof. Dr. Fahr, Hartungstr. 12; Prof. Dr. Wohlwill.

21. *Innere Medizin:* Prof. Dr. Brauer, Martinistr. 56; Prof. Dr. Schottmüller.

22. *Röntgenologie:* Prof. Dr. Haenisch, Klopstockstr. 10; Prof. Dr. Holthusen.

23. *Lichtforschung:* Prof. Dr. Hans Meier, Bremen, Parkallee 73; Dr. Peemöller, Dr. Dannmeyer.

24. *Chirurgie:* Prof. Dr. Kümmell, Am langen Zug 9; Prof. Dr. Sudeck.

25. *Geburtshilfe und Gynäkologie:* Prof. Dr. Heynemann, Rothenbaumchaussee 3; Prof. Dr. Matthaei.

26. *Kinderheilkunde:* Prof. Dr. Kleinschmidt, Loogestr. 8.

27. *Neurologie und Psychiatrie:* Prof. Dr. Weygandt, Friedrichsbergerstr. 60; Dr. Trömner.

28. *Augenheilkunde:* Prof. Dr. Behr, Alsterufer 11; Prof. Dr. Wilbrand.

29. *Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde:* Prof. Dr. Thost, Oberstr. 82; Prof. Dr. Runde.

30. *Dermatologie:* Prof. Dr. Mulzer, Rothenbaumchaussee 45; Prof. Dr. Delbanco, Prof. Dr. Ritter.

31. *Zahnheilkunde:* Prof. Dr. Fischer, Rothenbaumchaussee 33; Prof. Dr. Fabian.

32. *Gerichtliche und soziale Medizin:* Prof. Dr. Reuter, Hagenau 10.

33. *Hygiene:* Prof. Dr. Neumann, Hyg. Staatsinstitut, Jungiusstr. 3; Prof. Dr. Schwarz.

34. *Theoretische und experimentelle Veterinärmedizin:* Prof. Dr. Nöller, Berlin, Tierärztliche Hochschule; Landestierarzt Dr. Mayer.

35. *Angewandte Veterinärmedizin:* Prof. Dr. Schmidt, Leipzig, Oesterreicher Straße 55; Obertierarzt Dr. Stödter.

klang bringen. Aber wir stünden dann vor der Aufgabe, die Diskrepanz um eine zehntel At.-Gew.-Einheit zwischen den ASTONschen Messungen einerseits und den chemischen At.-Gew.-Bestimmungen andererseits aufzuklären. Bei Annahme des At.-Gew. 207 für das AcD und 206,01 bis 206,02 für RaG haben wir dagegen die Diskrepanz mit dem niedrigen Ra-At.-Gew. zu erklären. Da nach unserer Ansicht die Ursache der Unvereinbarkeit der ASTONschen Bleiatomgewichte mit dem HÖNIGSCHMIDschen Radiumatomgewicht in einer irrtümlichen Deutung der chemischen At.-Gew.-Bestimmungen überhaupt liegen dürfte, so können wir die Frage des At.-Gew. von AcD hier ganz aus dem Spiele lassen.

Wir sind vollkommen überzeugt, daß beim Arbeiten nach derselben Methode — ja vielleicht sogar bei gewisser Variation derselben — z. B. das von HÖNIGSCHMID gefundene Verhältnis von $RaCl_2 : Ag$ oder $RaCl_2 : AgCl$ jederzeit auf ein Zehntausendstel zu reproduzieren ist. Um aber aus diesen Verhältnissen das *wirkliche At.-Gew.* des Radiums berechnen zu können, muß man annehmen, daß das Verhältnis der Atomzahlen von Radium und Chlor in der analysierten Substanz genau 0,5000... ist. Angesichts der von SMEKAL entwickelten Vorstellungen über den Bau der wirklichen Krystalle erscheint diese Annahme etwas gewagt und jedenfalls einer Überprüfung wert. Abweichungen von den strengen stöchiometrischen Verhältnissen um mehrere Zehntausendstel würden der Größenordnung nach gut in den Vorstellungskreis der Gitterblöckchentheorie passen. In den Lockerstellen der Krystalle ist Platz genug für die überschüssigen Atome der einen Komponente einer Verbindung, und es mag sein, daß die Herstellung einer „Idealverbindung" mit auf 10^{-5} oder auch nur 10^{-4} genau theorischem Verhältnis der Atomzahlen ebenso unmöglich ist wie die Herstellung eines Idealkrystalls, weil diese beiden Aufgabe eben eigentlich im Wesen ein und dieselbe sein werden.

Auf die Bedeutung der Frage, wie nahe die „Realverbindungen", mit denen man arbeitet, den „Idealverbindungen", mit denen man rechnet, kommen, für die analytische Chemie braucht wohl nicht besonders hingewiesen zu werden; wird doch wahrscheinlich jedes Analysenresultat in den hundertstel Prozenten von ihr beeinflußt.

Wien, II. Physikalisches Institut der Universität, den 28. März 1928. G. KIRSCH.

Der Drehimpuls des Stickstoffkerns.

In einer noch nicht veröffentlichten Untersuchung im hiesigen Institute haben die Herren ORNSTEIN und VAN WYK die Intensitätsverhältnisse innerhalb der drei negativen Stickstoffbanden mit Kanten bei $\lambda\lambda$ 3914, 3884, 4278 quantitativ bestimmt. Das System, dem diese Banden angehören und das von Frl. FASSBENDER[1] eingehend analysiert worden ist, rührt bekanntlich von N_2^+ her und entspricht einem Elektronensprung vom Typus $^2S - {}^2S$. Insbesondere entstehen die oben erwähnten Teilbanden durch die Sprünge der Oszillationsquantenzahl $n = 0 \to n = 0$, $n = 1 \to n = 1$, $n = 0 \to n = 1$. Diese Banden weisen einen Intensitätswechsel auf, und aus den Messungen folgt, daß zu seiner Deutung die Gewichte des zweiten, vierten, ... Rotationsniveaus des höheren Elektronenterms gegenüber denen des ersten, dritten, ... noch mit einem Faktor 2,0 zu multiplizieren sind[2], während für die Rotationsniveaus des niedrigeren Elektronenterms gerade das Umgekehrte gilt.

DiesesVerhalten der Gewichte bedeutet nach HUND[1], daß den Kernen ein Drehimpuls $\frac{s h}{2\pi}$ zugeschrieben werden muß. Wie nun die ASTONschen Messungen zeigen, weist N im Massenspektrogramm nur eine Linie entsprechend dem Atomgewicht 14 auf. Nimmt man an, daß es nicht mehrere Arten von N-Kernen mit innerhalb der ASTONschen Meßgenauigkeit gleicher Masse gibt, so folgt aus dem Verhältnis 2 : 1 der Gewichte eindeutig, daß für den N-Kern $s = 1$ ist.

Da man sich den N-Kern entsprechend seinem Atomgewicht 14 und seiner Atomnummer 7 aus 14 Protonen und 7 Elektronen, im ganzen also aus 21 Teilchen, aufgebaut denken wird, könnte man sich über dieses Resultat zunächst wundern. Denn man weiß ja, daß sowohl die Elektronen, als auch die Protonen[2] Drehimpulse $s = {}^1/_2$ haben und möchte deswegen erwarten, daß, ebenso wie bei den außerhalb des Kerns befindlichen Elektronen, der resultierende Drehimpuls bei ungerader Teilchenzahl nur halbzahligeWerte annehmen darf. Auf Grund dieses Arguments würde man jedoch auch schließen, daß das magnetische Moment des Kerns entsprechend der ungeraden Anzahl von Elektronen von der Größenordnung eines BOHRschen Magnetons sein muß[3], was kaum zutreffen kann, da sonst die Feinstruktur der Banden, die von der Wechselwirkung des magnetischen Moments der das Molekül bildenden Teilchen mit dem infolge der Rotation des Moleküls entstehenden Magnetfelde herrührt[4], viel komplizierter sein müßte als die beobachtete Dublettstruktur. Man ist also wohl genötigt, anzunehmen, daß im Kerne die Protonen und Elektronen ihre Identität nicht in dem Grade bewahren, wie das außerhalb des Kerns der Fall ist.

Läßt man, um die Ganzzahligkeit von s zu vermeiden, die ziemlich unwahrscheinliche Annahme zu, daß es mehrere Arten von N-Kernen mit dem Atomgewicht 14 gibt, so kann man natürlich durch geeignete Voraussetzungen über die s-Werte solcher Mofidikationen und ihre relative Häufigkeit ebenfalls die beobachteten Intensitätsverhältnisse verstehen. Diese Annahme würde jedoch die Schwierigkeit betreffend das magnetische Moment auch nicht beseitigen.

Ich möchte nicht versäumen, den Herren ORNSTEIN und VAN WYK für die freundliche Erlaubnis zu danken, auf ihre Meßergebnisse, über die sie bald in der Zeitschrift für Physik näher zu berichten hoffen, schon an dieser Stelle eingehen zu dürfen.

Utrecht, Physisch-Laboratorium der Ryks-Universiteit, den 7. April 1928. R. DE L. KRONIG.

---

[1] M. FASSBENDER, Zeitschr. f. Phys. **30**, 73. 1924.

[2] Dies Verhältnis ist schon früher von HULTHÉN auf etwa 2 : 1 geschätzt worden; s. G. H. DIEKE, Zeitschr. f. Phys. **33**, 163. 1925, insbesondere die Anmerkung auf S. 167. Auch R. SEWIG, Zeitschr. f. Phys. **35**, 511. 1926, teilt Messungen über dies Verhältnis mit, findet es aber mit zunehmender Laufzahl nicht konstant. Er weist jedoch selbst darauf hin, daß sein Resultat evtl. durch mangelhafte Auflösung der Feinstruktur vorgetäuscht sein kann.

[1] F. HUND, Zeitschr. f. Phys. **42**, 92. 1927; s. insbesondere S. 112ff.

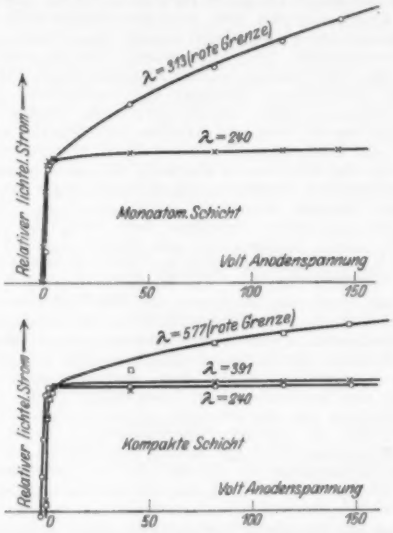
[2] Letzteres folgt mit ziemlicher Sicherheit aus der Deutung des Verlaufs der spezifischen Wärme vom H_2, die DENNISON kürzlich gegeben hat; Proc. Roy. Soc. (A) **115**, 483. 1927.

[3] S. auch R. DE L. KRONIG, Nature **107**, 550. 1926.

[4] F. HUND, l. c. S. 96.

Über eine neuartige lichtelektrische Erscheinung an dünnen Alkalimetallschichten.

Bei der lichtelektrischen Untersuchung äußerst dünner auf eine Metallunterlage aufgebrachter Alkalimetallschichten beobachtete ich gemeinsam mit meinem Mitarbeiter H. THEISSING eine bisher unbekannte Erscheinung, deren genaueres Studium einiges Interesse verdienen dürfte. Um die Sauberkeit der Anordnung zu prüfen, nahmen wir die Sättigungskurven auf und erhielten bei Belichtung mit der Hg-Linie 240 $\mu\mu$ eine scharfe Sättigung bei wenigen Volt. Wurde die Belichtung hingegen mit der Hg-Linie 436 $\mu\mu$, die dicht an der roten Grenze der Empfindlichkeitskurve der untersuchten Zelle gelegen ist, vorgenommen, so war eine vollständige Sättigung nicht zu beobachten, sondern die Strom-Spannungscharakteristik stieg mit wachsendem Potential dauernd an, wie aus der beigegebenen Figur ersichtlich ist[1]. Das Vakuum war dabei vorzüglich, wie man ja auch aus dem Verlauf der für 240 $\mu\mu$ erhaltenen Sättigungskurve erkennt. Die beobachtete Erscheinung war nicht nur auf die mit der dünnen Alkalimetallschicht versehene Zelle beschränkt, sondern trat auch an den übrigen Zellen auf, und zwar sowohl bei dünnen als auch bei kompakten Alkalimetallschichten; bei letzteren war sie jedoch nicht so scharf ausgeprägt wie bei den ganz dünnen (nicht mehr sichtbaren) Schichten. Die kompakten Schichten bestanden in einer großen Zahl kleiner Krystalle (die größten ca. 1. qmm), die sich auf der Unterlage gebildet hatten. Es scheint also, als ob die nahe an der roten Grenze ausgelösten Elektronen sich in einem quasi freien Zustande befänden, während die durch kurzwelliges Licht befreiten Elektronen die Metalloberfläche ohne weiteres zu verlassen vermögen. Die an der roten Grenze ausgelösten Elektronen müßten sich demnach im Wärmegleichgewicht mit den Atomen befinden und ihre Geschwindigkeitsverteilung der MAXWELLschen sehr ähnlich sein, zumal sie nicht aus größerer Tiefe kommen können. Ferner muß ihre Menge und ihre Geschwindigkeitsverteilung temperaturabhängig sein, eine Folgerung, die sich mit den von mir in einer früheren Arbeit



Stromspannungskurven lichtelektrischer Alkalimetallzellen bei Belichtung mit lang- und kurzwelligem Licht.

(Zeitschr. f. Phys. **33**, 81 u. 82. 1925) gezogenen Schlüssen bezüglich der Temperaturabhängigkeit der Empfindlichkeitskurve deckt. Die ausführliche Veröffentlichung mit den experimentellen Einzelheiten erfolgt demnächst in der Zeitschr. f. Phys.

Breslau, Physikal.-chem. Institut der Technischen Hochschule, den 28. März 1928.

RUD. SUHRMANN.

[1] Um die geringen lichtelektrischen Ströme dicht an der roten Grenze mit den wesentlich größeren Strömen im kurzwelligen Gebiet vergleichen zu können, ist in der Figur in allen Fällen der bei 4 Volt Anodenspannung erhaltene Strom als Einheit gewählt worden. Die tatsächliche Größe der Photoströme wird aus der späteren ausführlichen Veröffentlichung zu ersehen sein.

Besprechungen.

GOLDSCHMIDT, R., **Physiologische Theorie der Vererbung.** Berlin: Julius Springer 1927. VI, 247 S. und 59 Abbildungen. Preis geh. RM 15.—, geb. RM 16.50.

Das Problem der *Verteilung* der Erbfaktoren ist heute weitgehend gelöst. Wir wissen, daß zahlreiche Merkmale durch einzelne voneinander unabhängige Erbanlagen, *Gene*, bestimmt werden, die in den Chromosomen liegen. Die Genverteilung ist, von einigen Einzelheiten, wie dem Crossing over, abgesehen, befriedigend auf den Chromosomenmechanismus zurückgeführt. Sehr unwissend stehen wir aber noch der Frage gegenüber, wie die Gene in der *Ontogenese* die Ausbildung der Merkmale bewirken; und fast hilflos fühlen wir uns heute gegenüber dem Problem, aus welchen Ursachen und auf welche Weise sich der Bestand an Erbfaktoren bei der *Artbildung* ändert. Diesen über den klassischen Mendelismus hinausführenden Aufgaben gelten GOLDSCHMIDTS Vererbungsstudien seit 20 Jahren. G. hat wiederholt Ansätze gemacht, um von seinen umfangreichen Untersuchungen an Schmetterlingen aus allgemeine theoretische Vorstellungen über Genwirkung und Artbildung zu gewinnen. Jetzt legt er den kühnen Versuch vor, in großen Zügen eine allgemeine entwicklungsphysiologische Verknüpfung zwischen den Genen und den fertigen Merkmalen herzustellen.

Der *Ausgangspunkt* seines Gedankengangs ist sein eigenstes Arbeitsgebiet, die *Vererbung des Geschlechts*. In sehr vielen Fällen können wir sicher sagen, daß die Entscheidung über das Geschlecht durch die Verteilung von Geschlechtschromosomen, welche *Geschlechtsgene* enthalten, gefällt wird: Erhält die befruchtete Eizelle ein einziges X-Chromosom, so wird das eine Geschlecht, erhält sie 2 X-Chromosomen, so wird das andere Geschlecht bedingt. Der Unterschied zwischen einem Gen und 2 Genen bestimmter Art, anders ausgedrückt einem Quantum und 2 Quanten der betreffenden Gensubstanz, bewirken den Unterschied zwischen den gegensätzlichen Ausbildungen der Geschlechter. Entscheidend ist nicht das absolute Quantum, sondern das *Mengenverhältnis* der in den X-Chromosomen enthaltenen Anlagenstoffe zu anderen Zellbestandteilen.

Am eindrucksvollsten ist dies durch Versuche erwiesen, in denen durch verschiedene anomale Zahlenverhältnisse zwischen den Geschlechtschromosomen und den übrigen Chromosomen außer Männchen und Weibchen zwischengeschlechtliche Übergänge, Intersexe, erhalten wurden. Intersexe mit normaler Chromosomenausstattung — 2 X ♂♂, 1 X ♀♀ — hat nun GOLDSCHMIDT bei der Kreuzung geographischer Rassen des Schwammspinners erhalten und seit 1910 eingehend analysiert. Verschiedene Stufen der Intersexualität, gemessen nach dem Maß der Beimengung des anderen Geschlechts, führen in ununterbrochener Reihe von einem Geschlecht zum anderen. Die Kreuzungen zeigen, daß die verwendeten Rassen sich durch verschiedene *Wirkungsstärke* der Faktoren unterscheiden, deren Zusammenspiel die Geschlechtsdifferenzierung bestimmt. Bei normaler Geschlechtsdifferenzierung und bei Intersexualität infolge von abnormer Chromosomenkombination sind sicher entscheidend die quantitativen Beziehungen der in den X-Chromosomen enthaltenen Genmengen. So schließt GOLDSCHMIDT, daß die verschiedene Wirkungsstärke der geschlechtsbestimmenden Gene bei den verschiedenen geographischen Rassen auch ein Ausdruck verschiedener absoluter Quantität der Gensubstanz ist. Weibchen einer „schwachen" Rasse mit Männchen einer „starken" Rasse gekreuzt ergeben statt normaler Weibchen irgendeine Stufe der Intersexualität bis zu völliger Geschlechtsumkehr, da das Quantum von X-Substanz, welches das Spermium mitbringt, das Quantum übertrifft, das in einem X-Chromosom der schwachen Rasse enthalten ist, ja schließlich das doppelte Quantum und damit die Bedingung für Männlichkeit erreichen kann. Die Entwicklung eines Intersex geht nun so vor sich, daß sie mit einem Geschlecht beginnt, dann umschlägt und im anderen Geschlecht zu Ende läuft. Das Maß der Intersexualität ist der Ausdruck der *Zeitlage* des Umschlagpunktes. Hieraus schließt G., daß die beiden geschlechtsdeterminierenden Vorgänge (weibliche — männliche Determination), die einen Schnittpunkt zeigen können, in der Entwicklungszeit ablaufende Reaktionen sind, nämlich „die Produktion der spezifischen Determinationsstoffe für die geschlechtliche Differenzierung", und daß die Geschwindigkeiten dieser Reaktionen proportional den Quantitäten der Geschlechtsgene sind. Von hier aus macht G. den Ansatz zu einer *allgemeinen Theorie*: Die Gene, welche die spezifischen Entwicklungsvorgänge bestimmen, sind Stoffe (Autokatalysatoren), die Reaktionsketten mit einer ihrer Quantität proportionalen Geschwindigkeit katalysieren; in der Ontogenese führen die nebeneinander mit abgestimmten Geschwindigkeiten verlaufenden Reaktionen zu bestimmten, aber verschiedenen Zeitpunkten zu bestimmten chemischen Konstellationen; hierdurch soll die Reihenfolge und der Ort der Differenzierungen grundsätzlich erklärt werden.

Dieser allgemeine Grundgedanke wird höchst mannigfaltig und geistreich ausgeführt. Die Vorstellung einer wechselnden Quantität der Gensubstanz wird zunächst auf verschiedene Tatsachengebiete angewandt: *Multiple Allelomorphe* sind Serien von Genen, die jeweils als Abwandlungen eines Ausgangsgenes durch Mutation entstanden sind. Nur zwei, aber zwei beliebige aus einer Serie können bei der normalen Befruchtung vereinigt werden. Alle Glieder einer Serie werden im Chromosom an derselben Stelle gefunden, soweit sich die Lokalisation (nur bei *Drosophila*) so genau untersuchen ließ. Alle Gene einer Serie beziehen sich auf dasselbe Merkmal, z. B. Pigmentierung. Meist lassen sich die Abwandlungen des Merkmals, die den einzelnen Genen der Serie zugeordnet sind, gradweise ordnen. G. spricht, entsprechend der Geschlechtsdifferenzierung, die quantitative Abstufung der Genwirkung als Ausdruck verschiedener Quantitäten der Gensubstanz an. Er kann sich darauf berufen, daß nachgewiesene Abänderungen der Menge der Gensubstanz, Genvervielfachung durch Abänderung der Chromosomenanzahl oder abnorme Einlagerung von 2 Genen derselben Art in 1 Chromosom durch Crossing over ähnliche quantitativ abgestufte Wirkungen erzielt. G. hält es für „übertriebene Skepsis, das Prinzip nicht auf alle multiplen Allelomorphe anzuwenden". Aber recht überzeugend wird der Analogieschluß doch nur, wo zwischen Merkmalsausbildung und Genserie klare quantitative Beziehungen bestehen. Ich will hier Zweifel nicht verschweigen. Die herangezogene Serie multipler Allelomorphe, welche die Ausfärbung der Nagetierfelle bestimmen, kann vielleicht (?) durch Hilfshypothesen mit der einfachen Vorstellung einer Abstufung der wirksamen Genquantität in Einklang gebracht werden; diese Vorstellung zu beweisen, ist sie aber nicht geeignet, da innerhalb der Merkmalsserie keine einfache quantitative Stufenreihe besteht (verschiedene Seriierung derselben Gene je nach ihrer Wirkung auf rotes und schwarzes Pigment!). Für die *Dominanz* eines Merkmals über ein anderes läßt sich sehr wohl aus der Quantitätstheorie der Gene ein Schema ableiten. Die weitere These, daß „die Mehrzahl, wenn nicht alle beobachteten *Genmutationen* quantitativer Natur sind", steht und fällt natürlich mit dem Urteil über die multiplen Allelomorphe.

Den Gedanken der raumzeitlichen Ordnung der Differenzierungen durch die abgestimmten Geschwindigkeiten koordinierter Reaktionen in der *Ontogenese* wendet G. nun an, um ein allgemeines entwicklungsphysiologisches Schema zu entwerfen. Stets handelt es sich in der Ontogenese um die Erzeugung von Mannigfaltigkeit, um die Herstellung eines *„Musters"*. Der erste Entwicklungsvorgang ist die Bildung und richtige Verteilung bestimmter Stoffe, eine *Chemodifferenzierung*. Bereits im unreifen Ei wird über die zukünftige Körperhauptachse entschieden. Hierbei wirkt vielfach die Richtung des Säftestroms (des Nahrungszuflusses) im Mutterorganismus mit. Aber auch Gene greifen bei der Bestimmung der Symmetrieverhältnisse ein; so wird die Rechts- oder Linkswindung der Schneckenschale durch Differenzierungen im Eiplasma bestimmt und vererbt sich als gewöhnlicher Mendelfall, wird also durch Gene des Oocytenkerns ausgelöst. Während der Zeit des Eiwachstums, der Reifungsteilungen und des Spermiumeintritts werden im Eiplasma außer Nährsubstanzen (Dotter) „formbildende Stoffe" erzeugt, welche die notwendige Grundlage für die Entstehung bestimmter Organsysteme darstellen. Ihre Lokalisation im Ei ist der erste Vorgang einer Musterbildung. Diese ist als ein *„Schichtungsvorgang* als direkte Folge der physikalisch-chemischen Bedingungen des Systems" deutbar. Die Wirkung der Gene ist es, daß im bestimmten Augenblick eine Reihe von Stoffen von verschiedenem physikalisch-chemischem Charakter vorhanden sind, zwischen denen sich aus physikalischer Notwendigkeit ein Gleichgewichtszustand herstellt. Es muß allerdings hervorgehoben werden, und G. betont es mehrfach auch selbst, daß wohl die Polarität sich als einfache Schichtungserscheinung verstehen läßt, daß aber schon die Festlegung der Bilateralität, und erst recht die typische Asymmetrie, sich so einfacher Erklärung widersetzt. Diese *Promorphologie* des Eies hat dann einen bestimmten Verlauf der Zellteilungen in der Furchung

und damit auch eine bestimmte Verteilung der formbildenden Stoffe auf die verschiedenen Embryonalzellen zur Folge. Die in allen Zellen gleichmäßig vorhandenen Gene entfalten ihre Wirkung jetzt in verschiedenen Substraten. Bestimmte chemische Umgebungen aktivieren bestimmte Gene; und die durch diese katalysierten Reaktionen stellen nun wieder eine neue chemische Situation her. Der von einem bestimmten Gen erzeugte Stoff kann mit verschiedenem Substrat ganz verschieden reagieren, dasselbe Gen kann also an verschiedenen Stellen des Keimes zu ganz verschiedenen Entwicklungsvorgängen führen. Auf diese Weise entsteht ein *Mosaik* verschieden determinierter Keimesbezirke. Wenn gewisse Keimesteile als *Organisatoren* einen beherrschenden Einfluß auf die weitere Entwicklung haben, so sind sie Bezirke bestimmter organbildender Stoffe, deren definitive Lokalisierung durch einen Verlagerungsvorgang (Vorwachsen von Zellmaterial) oder Strömungsvorgang (von Zelle zu Zelle) von einem bestimmten Zeitpunkt an erfolgt. Das Zusammenspiel der abgestimmten Reaktionsabläufe hat als allgemeinen Effekt das Auftreten von „Determinationspunkten" zu bestimmter Zeit an bestimmtem Ort.

Das allgemeine Schema bekommt durch Ausführung an einzelnen Beispielen Leben. Einen Höhepunkt des Buches stellt die Analyse des *Zeichnungsmusters des Schmetterlingsflügels* dar, die „zum Modell der ganzen Theorie" dienen kann. Das Muster wird zuerst durch sichtbar verschiedene Differenzierungsgeschwindigkeiten verschiedener Bezirke der Epidermis mit ihren Schuppen festgelegt; dann werden diesen die Farben in bestimmter Reihenfolge zugeteilt. Im großen und ganzen entwickeln sich diejenigen Teile am langsamsten, die später durch Melanine schwarz gefärbt werden. Die Einlagerung der Farbstoffe in das Chitin der Schuppe ist wohl an ein bestimmtes Stadium, einen bestimmten physikalisch-chemischen Zustand gebunden. Die Differenzierungsgeschwindigkeit der einzelnen Bezirke und damit die Ausbildung des Musters wird in bestimmten Determinationspunkten festgelegt: In einzelnen, zeitlich eng begrenzten kritischen Perioden des Puppenlebens ist es möglich, durch Temperatureinflüsse oder Narkotica die Ausdehnung und gegenseitige Lage der gefärbten Bezirke abzuändern. Die Verteilung der Determinationsstoffe, welche die Grundlage für verschiedene Entwicklungsgeschwindigkeiten der Epithelbezirke bildet, beruht in den Einzelfällen sicher auf verschiedenen Systembedingungen. Häufig mag sie, als einfacher Schichtungsvorgang, im zunächst einheitlichen Flügelchen während der kritischen Periode durch einen Diffusionsvorgang zustande kommen, auf ähnliche Weise wie die Liesegangfiguren, durch Lokalisation von Reaktionsprodukten in Abhängigkeit von den Gesamtbedingungen des Systems. Die Ähnlichkeit vieler Flügelzeichnungsmuster mit Liesegangfiguren legt diesen Vergleich nahe, wenn er auch vielleicht nur in grobem Schema zutrifft. Unabhängig von der Ausbildung der Flügelstruktur verlaufen im Gesamtorganismus Reaktionen, die zu verschiedenen Zeiten des Puppenlebens Reaktionsprodukte liefern, die in den Schuppen, die gerade in dem richtigen Stadium sind, als Farbstoffe abgelagert werden. Ob also ein Teil des Musters gefärbt wird und welche Farbe er erhält, hängt von der Geschwindigkeit der Differenzierung der Teile des Musters und dem Zeitpunkt der Produktion des betreffenden Farbstoffs ab. Verschiedene Oxydationsstufen eines Farbstoffs, abhängig von verschiedener zur Oxydation zur Verfügung stehender Zeit, mögen ein weiteres abgestimmtes Reaktionssystem darstellen, das weitere Mannigfaltigkeit ermöglicht. Mit der erschlossenen entwicklungsphysiologischen Unabhängigkeit der Vorgänge der strukturellen Musterbestimmung und der Ausfärbung steht im Einklang, daß Muster und Farbe durch verschiedene Gene bedingt und verschieden kombinierbar sein können. Bei der Nonne ist das Ausmaß der für schwarzes Pigment aufnahmefähigen Schuppenbezirke von sechs additiv wirkenden, frei kombinierbaren Genen abhängig. Sie bestimmen, ihrer Menge nach, eine größere oder geringere Quantität des Stoffes, der die langsamere Schuppendifferenzierung bestimmt. Je mehr von den Einzelgenen vorhanden sind, desto mehr von diesem Stoff steht im „Moment der Schichtung" zur Verfügung. Dieses Grundprinzip wird von GOLDSCHMIDT auch auf besonders verwickelte Fälle von Schmetterlingszeichnungen angewandt, wie den sog. unisexuellen Polymorphismus bei Schmetterlingen, bei denen zu einer Art von Männchen drei verschiedene Sorten von Weibchen gehören, die ganz verschiedene Zeichnungsmuster besitzen sowie auf den Saisondimorphismus der Schmetterlinge; und der heuristische Wert des Prinzips zeigt sich hierbei besonders deutlich.

Auf phylogenetische Probleme geht G. nur beiläufig ein, da er beabsichtigt, ihnen einmal ein besonderes Werk zu widmen. Doch weist er darauf hin, daß durch die „Quantitätstheorie der Gene" auf viele phylogenetische Prozesse Licht fallen könne, „da kleine zeitliche Verschiebungen in der Anlage der einzelnen Teile genügen mögen, die kompliziertesten Abwandlungen zu erklären".

Mich erinnert G.s Versuch — natürlich nicht in seinem Inhalt — an WEISMANNS Keimplasmatheorie, die vor einem Menschenalter auch das Verständnis für Vererbung und Artbildung erschließen sollte — auch dort eine kühne Konstruktion, auf einem uneinheitlichen und zum Teil unsicheren Grunde genial errichtet, höchst eindrucksvoll in ihrer gedanklichen Geschlossenheit, im ganzen nicht zwingend —, wie die Verschiedenheit der Lehrmeinungen um die Jahrhundertwende zeigt —, in ihrer logischen Struktur ganz verschieden von der mendelistischen Vererbungstheorie, die ein engeres Gebiet mit strenger Beweismöglichkeit beherrscht. Die Auseinandersetzungen über Erbanlagen und Entwicklungsphysiologie sind gewachsen und zugespitzt worden durch den Kampf für und wider WEISMANNsche Ideen. Heute erscheint vieles davon uns ganz historisch, zum Teil weil das damals spekulativ Vorausgenommene, auf experimentellem Wege neu erreicht, nun sicherer Besitz geworden ist; anderes schied längst aus der Erörterung aus, weil es nur durch die Kenntnisse der Zeit bedingt war. Vielleicht wird es GOLDSCHMIDTS Gedankenbau ähnlich ergehen, der auf einer neuen Schicht empirischen Materials errichtet ist. Unbedingt werden Vererbungstheorie und Entwicklungsphysiologie sich mit ihm auseinandersetzen müssen. Diese Auseinandersetzung wird fruchtbar sein. Gefährlich wäre nur, wenn die geniale Konstruktion als bereits im ganzen gefestigter Erkenntnisbesitz angesehen und dogmatisiert würde, eine Gefahr, der GOLDSCHMIDT selbst — wenn ich ihn recht kenne — am wenigsten unterliegen wird.

A. KÜHN, Göttingen.

HARTMANN, M., **Allgemeine Biologie.** Eine Einführung in die Lehre vom Leben. 2. Teil. Jena: Gustav Fischer 1927. V, 756 S., 356 Abbild. 18 × 26 cm. Preis RM. 25.—.

Mit dem 2. Teil liegt HARTMANNS Allgemeine Biologie nun fertig vor. Nachdem der 1. Teil die

Zelle als Grundelement des Lebens, Statik, Dynamik und Stoffwechsel behandelt hat, setzt der neue Teil mit dem Formwechsel ein. Zunächst werden Kern- und Zellteilung, natürlich in ganz modernem Sinn, besprochen. Zahlengesetz und Individualitätstheorie der Chromosomen, deren Gültigkeit wir heute für Metazoen, Metaphyten wie auch Protozoen behaupten dürfen, werden knapp aber streng abgeleitet. Bei der Frage der Permanenz und des allgemeinen Vorkommens der Teilungszentren begründet H. die Hypothese, daß „überhaupt etwas Strukturelles, das bei jeder Teilung in Funktion tritt, von Zelle zu Zelle weitergeführt wird". Die Erscheinungen der Fortpflanzung werden ausführlich behandelt: Cytogonie, Fortpflanzung durch Einzelzellen, entweder Agamogonie, ungeschlechtliche, oder Gamogonie, geschlechtliche Fortpflanzung, und die von ihr abgeleitete Parthenogenese; ihnen gegenüber die vegetative Fortpflanzung durch vielzellige Fortpflanzungskörper; Generationswechsel. Stets werden die Verhältnisse bei Pflanzen und Tieren gleichmäßig berücksichtigt. Auf die Beschreibung des Verlaufs der Fortpflanzungsvorgänge folgen ihre Physiologie und die sich an sie knüpfenden theoretischen Vorstellungen. Das Grundproblem ist die Ursache der einfachen Zweiteilung der Zelle. H. betont mit Recht, daß wesentlich verschiedene Verhältnisse vorliegen, einerseits bei Zellformen, die einen rhythmischen Wechsel von Wachstum und Teilung durchmachen, und andererseits bei den Teilungsfolgen von Embryonalzellen, in denen ohne dazwischenliegendes Wachstum ein Eikörper aufgeteilt wird. Das Prinzip der Kernplasmarelation kann nur als Spezialfall einer allgemeinen Gesetzmäßigkeit gelten. Eine gewisse Unabhängigkeit und verschiedene Beeinflußbarkeit von Wachstums- und Teilungsfaktoren in der Zelle wird besonders durch Experimente an Protisten belegt. Durch „Aufhebung der Hemmung des Teilungsfaktors" kann durch verschiedenste Außeneinwirkungen eine „Stimulation der Zellteilung" erreicht werden. Das Problem der künstlichen Parthenogenese schließt sich hier an. Bei der Besprechung des Mechanismus der Kern- und Zellteilung betont H. mit Recht, daß der Grundfehler fast aller Deutungsversuche darin liegt, daß sie die ganzen Phänomene der Kern- und Zellteilung aus einem Prinzip heraus erklären wollen. Wir müssen uns mit der exakten Feststellung einzelner Teilerscheinungen heute begnügen; so wissen wir immerhin, daß in der Ana- und Telophase die Zentralspindel stark gelatinöse Beschaffenheit hat und eine stemmende Wirkung auf die Pole ausübt, daß die Viscosität des Plasmas während der Zellteilung sich gesetzmäßig ändert und daß die Plasmadurchschnürung durch Erhöhung der Oberflächenspannung in der Einschnürungszone zustande kommt.

Ein besonders wichtiges Kapitel behandelt die physiologischen Bedingungen der verschiedenen Fortpflanzungsweisen. Immer mehr stellt sich heraus, daß bei Algen und Protozoen der Wechsel zwischen agamer und geschlechtlicher, bei Metazoen der zwischen zweigeschlechtlicher und parthenogenetischer, zwischen geschlechtlicher und vegetativer Fortpflanzung völlig von Außenbedingungen bestimmt wird und experimentell beherrscht werden kann. In engem Zusammenhang steht die Fortpflanzung mit Altern und Tod. An der potentiellen Unsterblichkeit der Protozoengenerationen — wie der Keimbahnzellgenerationen und der Generationen explantierter „unsterblicher" Gewebezellen — ist nicht zu zweifeln. Aber zwischen die Zellgenerationen schiebt sich die verjüngende Wirkung der Fortpflanzung (Zellteilung). Ungemein wichtig ist, daß es aber auch gelingt, durch dauernde experimentelle Verkleinerung des Zellsystems (fortgesetzte Amputation mit nachfolgender Regeneration) bei einkernigen Protozoen die Regulation durch Fortpflanzung auszuschalten und die Zelle in dauerndem Wachstum zu erhalten, also eine potentielle Unsterblichkeit von Protozoenindividuen aufzuzeigen. In dem Kapitel Befruchtung und Sexualität werden die verschiedenen Grade der geschlechtlichen Differenzierung, der verschiedene Ort, an dem die Reduktionsteilung in den Entwicklungskreis eingeschaltet ist, der Verlauf von Befruchtung und Reduktion im einzelnen besprochen. Als allgemeiner Schluß ergibt sich, daß „zumindestens eine physiologische Verschiedenheit der Gameten resp. der Gametenkerne vorhanden ist, die mithin einen wesentlichen Zug der Befruchtungsvorgänge ausmacht". Experimente an Protozoen und an Metazoen haben gezeigt, daß Befruchtung und Sexualität an sich keine lebensnotwendigen Vorgänge sind. Die einzige Hypothese, die den bekannten Erscheinungen der Geschlechtsdifferenzierung gerecht wird, ist die, daß jede Zelle gewissermaßen bisexuell ist, d. h. die vollständigen Anlagenkomplexe (Potenzen) für männliche und weibliche Differenzierung besitzt. Dadurch, daß die Entfaltung eines dieser Anlagenkomplexe gefördert, die des anderen aber gehemmt wird, kommt eine männliche oder weibliche Tendenz der Zelle zustande. Die verschiedene Tendenz kann durch verschiedene äußere Einflüsse auf verschiedenen Entwicklungsstadien ausgelöst werden, oder sie kann durch die Verteilung besonderer Erbanlagen verursacht sein. Mit dem Grundgedanken der allgemeinen Sexualitätshypothese steht im Einklang, daß nicht nur zwei extrem differenzierte Geschlechter, sondern auch geschlechtliche Zwischenstufen vorkommen. Versuche an Algen ergaben eine relative Sexualität, bei der die männlichen oder weiblichen Tendenzen verschieden stark ausgebildet sind, die sexuelle Spannung verschieden groß ist, ja dieselbe Zelle, je nach der Tendenzausbildung einer anderen, mit ihr zusammentreffenden Zelle, als männlich oder als weiblich sich verhalten kann.

In dem Problemgebiet der bisher besprochenen Kapitel, die über die Hälfte des 2. Teils ausmachen, liegt HARTMANNS eigenes Arbeitsgebiet, und viele wesentlichen Fortschritte werden ihm und seinen Mitarbeitern verdankt. Diese enge Verknüpfung des Autors mit dem Gegenstand kommt dem Leser stark zum Bewußtsein und macht diesen Teil des Buches zu seinem Gipfel. Nicht nur die Art der Darstellung, sondern auch die Originalität der theoretischen Verarbeitung des weitverzweigten Stoffes bietet auch dem Leser, der die Tatsachen kennt, großen Reiz. Es folgt nun weiter, knapp und klar, die Darstellung der Vererbung. Das Kapitel über Entwicklungsphysiologie ist bewußt fragmentarisch gehalten. Wenn die Fortschritte der letzten Jahre auf diesem Gebiete auch gewaltig sind, stehen die Problemlösungen doch noch vereinzelt da und reichen zu einer geschlossenen Theorie der Entwicklung nicht aus. So begnügt sich H., eines der Hauptprobleme der Entwicklungsphysiologie, das Determinationsproblem für die Embryonalentwicklung der Metazoen, ausführlicher zu erörtern. Ausgehend von Fällen, in denen das Schicksal eines Keimesbezirks davon abhängt, ob er im Verband oder isoliert sich entwickelt, führen klassische Beispiele bis zu den Keimen, bei denen aus isolierten Embryonalzellen oder Gruppen von solchen nur wird, was aus ihnen auch im Zusammenhang des Ganzen geworden wäre. Es wird klar gezeigt, wie der Unterschied zwischen „Regulationseiern" und „Mosaikeiern" nur graduell

ist, ein Unterschied in der Zeit, in welcher ein Komplex von Embryonalzellen endgültig determiniert wird. Das am tiefsten erforschte Beispiel eines Determinationsganges, die Entwicklung des Amphibienkeimes, die Wirkung der SPEMANNschen „Organisatoren", wird eingehend dargestellt. Die Artbildung, die früher in den Erörterungen der allgemeinen Biologie einen breiten Raum einnahm, wird kurz behandelt. Die Beweise für die Gültigkeit der Deszendenztheorie überhaupt gehören zum elementaren Bestand der Biologie; die „Physiologie der Artbildung" verfügt erst über klassische Hypothesen (Lamarckismus, Darwinismus) und über offene Probleme.

Der letzte Abschnitt des Werks umfaßt die Reizerscheinungen. Auch hier zeigt sich das Bestreben H.s, aus der Fülle der Einzeltatsachen allgemein biologisch bedeutsame Züge herauszuschälen. Sehr wesentlich ist die nachdrückliche Trennung der Reizerscheinungen der Pflanzen und Protisten von denen der Tiere. „Die Reizphysiologie der Pflanzen kann evtl. in absehbarer Zeit in verschiedene Teile der Physiologie des Wachstums und der Bewegung aufgelöst und der Begriff des Reizes mit allem Drum und Dran aus dieser Forschungsrichtung eliminiert werden." Dagegen ist das Reizgeschehen der Tiere, von den Cölenteraten bis zum Menschen herauf, gleichermaßen an Nerven geknüpft und zeigt mit einem Aktionsstrom verbundene Erregungsleitung, für die das Alles-oder-Nichtsgesetz gilt. Im Gegensatz zu dieser Einheitlichkeit des Grundvorganges steht eine ungeheure Mannigfaltigkeit des „Gebarens" und „Verhaltens" der ganzen Tiere, die in der reichen und verschiedenen Ausbildung der Receptionsorgane und Zentralnervensysteme begründet ist. Aus der Physiologie der Receptoren wird nur die Lichtreception eingehender behandelt, da hier die Analyse schon am weitesten vorgedrungen ist. Dann werden die Elemente des Nervensystems, die Typen der Nervensysteme, Erregung und Erregungsleitung in der Nervenfaser und im Zentralorgan und schließlich die unbedingten und die bedingten Reflexe kurz gekennzeichnet. H. bekennt sich nachdrücklich zu der Auffassung, daß eine Erforschung der Physiologie der Zentralorgane nur unter Ausschaltung aller psychologischen Interpretationen Erfolg verspricht und daß eine echte Psychologie der Tiere wegen des rein subjektiven Charakters aller psychologischen Begriffe unmöglich ist. Selbstverständlich soll damit den Tieren Seelisches nicht abgesprochen werden. Aber die Tatsache einer psychophysischen Einheit ist durchaus irrational und bleibt außerhalb naturwissenschaftlicher Forschung. Die Leib-Seele-Frage führt zu den erkenntnistheoretischen Schlußbetrachtungen des Buches hinüber, in denen H. zur Frage Mechanismus-Vitalismus Stellung nimmt, und den letzteren auf dem Boden des Kritizismus ablehnt: „Es gibt nur gesetzmäßige oder kausale Erkenntnis . . . Die Zweckmäßigkeit erklärt nicht, sie bedarf der Erklärung . . . Mit außerräumlichen Naturfaktoren, Entelechien und Psychoiden . . . kann prinzipiell keine Erkenntnis erlangt werden, und so sind diese Begriffe nicht nur für die Forschung von keinem Nutzen, sondern sie sind eine Gefahr, weil sie vorgeben, Erkenntnis zu vermitteln, wo Erkenntnis teils noch nicht erarbeitet, teils überhaupt unmöglich ist."

Eine große Anzahl sehr guter Abbildungen unterstützt das Verständnis. Besonders zu begrüßen ist, daß das inhaltreiche Buch kaum über 700 Textseiten hinausgewachsen ist. So ist es nicht nur für den Studierenden der Biologie *das* zusammenfassende Werk, sondern es hat auch für den Nichtbiologen bewältigbaren Umfang. Mancher Biologe wird Einzelheiten seines eigenen Arbeitsgebietes, die ihm wesentlich scheinen, vermissen oder in einer anderen Beleuchtung sehen, als jene sie bei H. gefunden haben. Aber wie könnte das anders sein, wenn ein einzelner ein so gewaltiges Gebiet in großen Umrissen darzustellen unternimmt! Wir können dieses Unternehmen nur dankbar begrüßen. Wir glauben, daß es in den Grundzügen und im wesentlichen Aufbau gelungen ist. Der Leser wird die Haupttatsachen der Biologie und die Problematik, die sie bewegt, wohl geordnet finden.

A. KÜHN, Göttingen.

OPPENHEIMER, C., und L. PINCUSSEN, **Tabulae Biologicae.** Band III. VI, 329 S. und 15 Abbild. Preis RM 63.—. Band IV. VI, 829 S., 74 Abbild. und 7 Taf. Preis RM 63.—. Berlin: W. Junk 1926 und 1927. 18×27 cm.

Der 3. Band des in Biologenkreisen bereits vielfach eingebürgerten Werkes beginnt mit einem kurzen allgemein-chemischen Abschnitt (Anregungs- und Ionisierungsspannungen, Periodisches System, Elektronen-Gruppen, Isotopen, Atomgewichte). Daran schließen sich Tabellen über Molekularvolumina und Kontraktionen, über die spezifischen Gewichte verschiedener den Biologen interessierender Lösungen, und die für das Laboratorium so wichtigen Alkoholtafeln. Eine sehr umfangreiche und vollständige Zusammenstellung der Konstanten organisch-chemischer Verbindungen beschließt dann den rein chemischen Teil des Bandes. Den Übergang zum biochemischen bilden die pflanzlichen und tierischen Farbstoffe (von letzteren werden die Hämoglobine und Gallenfarbstoffe nebst ihren Derivaten behandelt). Als Bioelemente werden dann die im Tierkörper enthaltenen aufgeführt, und in einigen Tabellen der Gehalt tierischer (vorwiegend Vertebraten) Organe und Gewebe an den wichtigsten derselben dargestellt. Es folgt dann die Chemie des Blutes der Vertebraten und Mollusken und der Körperflüssigkeiten der Echinodermen. Weiter wird dann die physiologische Chemie der einzelnen tierischen Organsysteme und Gewebe abgehandelt. Neben den Vertebraten werden wieder Mollusken und Echinodermen besonders berücksichtigt, Cölenteraten, Vermes und Arthropoden dagegen nur gelegentlich erwähnt. Aus dem Kapitel Gas- und Energiewechsel dürfte den Biologen besonders die Tabelle über Sauerstoffverbrauch von Kaltblütern interessieren, sowie der Gaswechsel der Eier und Spermien Wirbelloser. Weitere Abschnitte behandeln den Stoffwechsel des Nervensystems, Biochemie der Ernährung und des Wachstums, Stoffwechsel und Exkretion bei niederen Tieren (Echinodermen und Mollusken). Den Schluß des Bandes bilden 3 Abschnitte von vorwiegend medizinischem Interesse: Größen- und Maßverhältnisse beim Menschen, Pharmakologie und Immunität.

Der 4. Band ist fast rein biologisch. Er beginnt mit einer Zusammenstellung der pflanzlichen und tierischen Chromosomenzahlen. Sie bildet den Auftakt zu dem Abschnitt Vererbungslehre, der ein dringendes Bedürfnis in mustergültiger Weise befriedigt. An Büchern über Vererbung ist zwar kein Mangel. Aber was P. HERTWIG hier neu geschaffen hat, ist etwas ganz anderes. Es ist in gedrängtester Form und doch zugleich in hoher Vollständigkeit die unentbehrliche mathematische Ausrüstung für jeden Vererbungsforscher. Da außerdem auch alle wichtigen Begriffe und Termini der Vererbungslehre erläutert werden, bildet der Abschnitt zugleich eine bequeme Einführung in diese umfangreiche und komplizierte Wissenschaft. Auch das Kapitel Entwicklungsmechanik bietet in

Form und Inhalt viel Neues, wenn auch der Verfasser H. Przibram sich vielfach auf sein bekanntes Werk Form und Formel im Tierreich stützen konnte. Die folgenden Abschnitte behandeln die Reizbewegungen bei Tieren und Pflanzen. Eingeschaltet ist ein kurzer, aber alles Wissenswerte enthaltender Abschnitt über den Farbensinn der Tiere. Weiter folgt eine bisher wohl noch nirgends gegebene Zusammenstellung der in der zoologischen und botanischen Literatur zerstreuten Daten zur Protoplasmabewegung. Wohl als Nachtrag zu dem Kapitel Stoffwechsel und Exkretion bei niederen Tieren zu betrachten ist der kurze Abschnitt über die pulsierenden Vakuolen. Das auch ein so spezielles Kapitel wie die „photo-dynamische Erscheinung" in einem besonderen Abschnitt bearbeitet ist, spricht für das Streben der Verfasser nach Vollständigkeit. Im Abschnitt Vitalfärbung sind fast nur die medizinischen Interessen berücksichtigt. Das geht schon aus der technischen Anweisung hervor: „Je nach dem Ziel der Untersuchung wird subcutan, intramuskulär, intraperitoneal oder intravenös gespritzt." Immerhin wird die Zusammenstellung der Formeln der wichtigsten Vitalfarbstoffe auch dem Biologen nützlich sein. Den Schluß des Bandes bilden die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Meerwassers. In diesem reich illustrierten, für alle die Biologie mariner Tiere und Pflanzen studierenden Forscher besonders wichtigen Kapitel, ist die Literatur sehr gründlich durchgearbeitet. Neben das Seewasser im allgemeinen betreffenden Tabellen finden sich viele auf spezielle Verhältnisse des atlantischen Ozeans und seiner Teile bezügliche. Auch sehr zahlreiche Formeln werden gebracht. Ferner finden sich bei den meisten Tabellen die Methoden angegeben, mit deren Hilfe die aufgeführten Daten gefunden wurden. So kann der Abschnitt auch als bequemer Leitfaden zu hydrographischen Untersuchungen benutzt werden. Man merkt bei seiner Lektüre überhaupt sehr deutlich, daß er von einem erfahrenen Biologen geschrieben ist, der die Bedürfnisse seiner Wissenschaft genau kennt, und alles Wichtige aufgenommen, alles Überflüssige weggelassen hat.

Wenn die Verfasser im Schlußwort die Hoffnung aussprechen, ihr Ziel im wesentlichen erreicht zu haben, so wird jeder einsichtige Beurteiler ihnen dieses gern und im vollsten Maße bestätigen. Sie haben der Biologie eines der nützlichsten Bücher geschenkt, das je geschrieben wurde. Und die erstaunliche Mühe und Umsicht, die sie im Verein mit ihren Mitarbeitern auf das Werk verwandt haben, wird allen Biologen unendlich viel Arbeit ersparen und dadurch den Fortschritt der Wissenschaft wesentlich beschleunigen.

J. Gross, Neapel.

MAURIZIO, A., **Die Geschichte unserer Pflanzennahrung von Urzeiten bis zur Gegenwart.** Berlin: Paul Parey 1927. XX, 480 S., 90 Abb. und 1 Taf. 17×25 cm. Preis RM 32.—.

Wie der Referent vor wenigen Jahren gezeigt hat ergibt sich für die Kulturnationen eine fast ganz übereinstimmende Art der Ernährung, was die Gesamtmenge der verbrauchten Energie und den Eiweißverbrauch anlangt; nur im Fett- und Kohlehydratverbrauch sind reziproke Unterschiede vorhanden; Verhältnisse, welche sich je nach dem Vorwiegen animalischer oder vegetabilischer Kost verstehen lassen.

Maurizio hat es unternommen, die allmähliche Entwicklung des Verbrauches an Vegetabilien von den Urzeiten bis auf heute darzustellen und auf die Nahrungsmittelwahl der Völker im Laufe der Jahrtausende hinzuweisen. Diese Geschichte des Wandels des vegetabilischen Nahrungsanteils wird von M. auf breiter Basis dargelegt, reich an Literaturangaben und eigenen Beobachtungen. Dort wo die historischen Belege versagen, versucht M. Anhaltspunkte durch die Schilderungen der heute noch auf tiefer Stufe stehenden Völkerschaften zu gewinnen. Die menschliche Ernährung im Laufe der Jahrtausende zeigte sich als ein mühevolles Ringen, zur Verbesserung der Nahrungsversorgung. Mit unzähligen Pflanzenmaterialien werden wir bekannt gemacht, die einst, freilich auch oft nur in Zeiten der Not zur Stillung des Hungers dienten. Der Botaniker findet bei M. genaue Übersicht über die wildwachsenden Nährpflanzen, die naturgemäß die erste Quelle der Nahrungsversorgung neben Jagd und Fischerei bildeten. Das erste was der Mensch betrieb war das Sammeln, wozu sich dann bald die Kenntnis einer Zubereitung des Gesammelten als Speise, d. h. unter Anwendung des Feuers gesellt. Schon in dieser frühen Zeit finden sich die Anfänge zur Herstellung gegorener Getränke aus zuckerhaltigem Material. An die Periode des Sammelns schließt sich der Hackbau, d. h. die Bearbeitung des Bodens, unter Verwendung primitiver und dann verbesserter Ackergeräte und die Aussaat.

Das gewonnene Material bietet Gelegenheit zum Übergang von Kochen zum Rösten und Braten. Die nur als Brei zu gewinnenden Pflanzen treten allmählich in der Kultur zurück, ebenso verschwinden die Ölpflanzen als menschliche Nahrung, und nur in wenigen Fällen findet man heute noch in Europa einzelne Nester, wo sich die alte Ernährungsform gehalten hat.

Den weiteren großen Fortschritt haben wir erreicht im Zermahlen von Körnerfrüchten, das zur Primitivform des Backens als Fladen führte.

Die Erkenntnis des Sauerteigs führt zu den heutigen Broten und auch zur Verwendung der Hefe.

Ein umfangreiches Kapitel widmet M. dem Brote der Gegenwart und den merkwürdigen Umänderungen des Völkergeschmacks, die die allmähliche Aufgabe der Roggenkultur und die Zunahme des Weizenkonsums zur Folge hat. Von dem reichen Inhalt des Buches von M. sind hier nur die Grundzüge gegeben; es wird gewiß auch Anregung geben, das eigenartige Ernährungswesen mancher asiatischer Völker einer besonderen Bearbeitung zuzuführen. Die Ernährungsgeschichte der Völker ist zugleich ein wesentlicher Teil ihrer ganzen Kulturgeschichte.

M. Rubner, Berlin.

Aus den Sitzungsberichten der Bayerischen Akademie der Wissenschaften 1926 und 1927.

Mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung.

16. Januar 1926.

C. Carathéodory: **Zusammenhang der Theorie der absoluten optischen Instrumente mit einem Satze der Variationsrechnung.** Es wird gezeigt: der Satz, daß ein vollkommenes optisches Instrument das Objekt weder vergrößern noch verkleinern kann, der bisher nur unter der Voraussetzung kollinearer Abbildung bewiesen war, ist von dieser Bedingung ganz unabhängig. — J. Kerschbaum: **Über Messungen der Leuchtdauer der Atome an Alkalimetallen, Sauerstoff und Stickstoff.** Kerschbaum hat nach der Methode von W. Wien (die in einem Kanalstrahl bewegten Atome eines Gases

treten plötzlich in einen Raum von hoher Gasverdünnung, in welchem sie nicht mehr zum Leuchten angeregt werden) die Dauer des Leuchtens der Atome für die Spektrallinien von Alkalimetallen und für die Bogenlinien des Sauerstoffs und Stickstoffs gemessen. Nach den bisherigen Messungen von W. WIEN hatten die Linien des Wasserstoffes, des Heliums, die Funkenlinien des Sauerstoffes und einige Quecksilberlinien alle die gleiche Leuchtdauer. Nur die ultraviolette Resonanzlinie des Quecksilbers zeigte eine fünfmal größere Leuchtdauer. Nach den Messungen von KERSCHBAUM haben die Bogenlinien des Stickstoffes und Sauerstoffes nahe dieselbe Leuchtdauer wie die Resonanzlinie des Quecksilbers, während die Leuchtdauer der Linien von Lithium und Natrium zwischen jener Resonanzlinie und den Wasserstofflinien liegt.

6. März 1926.

F. BROILI: **Die Neuerwerbung eines Skeletts von Sclerocephalus** aus dem unteren Rotliegenden von St. Wendel vonseiten der Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie. Sclerocephalus gehört zu den Stegocephalen, einer im Carbon beginnenden und in der Trias erlöschenden Gruppe von Amphibien, welche vor allem durch den Besitz eines vollkommen geschlossenen Schädeldaches, durch die Entwicklung eines „Scheitelauges" und die kräftige Ausbildung eines Hautpanzers sich von den lebenden Formen unterscheiden. Bei der Neuerwerbung handelt es sich um das 3. überhaupt bekannt gewordene Individuum von Sclerocephalus Hauseri, das an Schönheit der Erhaltung und Vollständigkeit die 2 bisher bekannten Skeletteile weit übertrifft. Der ca. 35 cm lange Rest kehrt dem Beschauer die Bauchseite zu und umfaßt den Schädel, den Brustgürtel, einen großen Teil der Vorderextremität nebst einem langen Rumpfstück und gibt wichtigen Einblick über den Bau des bisher nur von sehr wenigen Stegocephalen bekannten Schultergürtels und zeigt ausgezeichnet den aus den skulpierten Knochenplatten bestehenden Kehlbrustpanzer und das aus spindelförmigen in Reihen angeordnete Knochenstäbchen bestehende Hautskelett.

15. Mai 1926.

W. v. DYCK: **Fortsetzung der Veröffentlichungen der wieder aufgefundenen Drucke und Manuskripte von Johannes Kepler.** v. DYCK hat im Frühjahr 1914 in der Nationalbibliothek und in der Bibliothek der Sternwarte in *Paris* eine Reihe einander ergänzender Briefe von KEPLER an den Sekretär des Kurfürsten von Sachsen J. SEUSSIUS und an den Leipziger Astronomen PH. MÜLLER aus den Jahren 1622 und 1629—30 aufgefunden. Die Briefe von 1622 enthalten u. a. eine prägnante Zusammenfassung grundlegender Gedanken aus der 1619 herausgegebenen Harmonice mundi. Die Briefe nach Leipzig an PH. MÜLLER beziehen sich auf die Drucklegung der Beobachtungen von TYCHO BRAHE, welche KEPLER bei seinem Aufenthalt in Sagan (bei WALLENSTEIN) aufgenommen hat. Die Verhandlungen über die Beschaffung einer Druckerpresse, die Auswahl und den Guß der Lettern, die Lieferung des Papiers zeigen eindringlich die Schwierigkeiten, mit welchen damals die Drucklegung eines solchen Werkes verbunden war. „Inmitten des Zusammenbruches — schreibt KEPLER in seinem ersten Brief an MÜLLER — von Städten, von Provinzen und Staatswesen, von alten und neuen Geschlechtern, inmitten der Furcht vor barbarischen Überfällen, vor gewaltsamer Zerstörung von Heim und Herd, sehe ich mich, ein Jünger des Mars, wenn auch kein jugendlicher, genötigt, Drucker zu dingen, um die Beobachtungen TYCHOS herauszugeben. Ich unterdrücke jegliche Furcht und will mit Gottes Hilfe dies Werk auf militärische Weise ausführen, indem ich trotzig, kühn und übermütig heute meine Befehle erteile und die Sorge für mein Begräbnis dem morgigen Tag überlasse." Die Herausgabe dieser und folgender Manuskripte soll zugleich als Vorarbeit für eine neue, würdige *Gesamtausgabe der Werke Keplers* dienen, die, schon vor dem Kriege geplant, sobald es die Umstände gestatten, in Angriff genommen werden soll. M. CASPAR am Gymnasium in Rottweil, der verdiente Herausgeber des KEPLERschen Mysterium cosmographicum, ist in gleicher Richtung mit einer Herausgabe des *Marswerkes* von KEPLER beschäftigt und hat auch die Vorbereitung der vorliegenden Manuskripte für den Druck in dankenswertester Weise unterstützt.

12. Juni 1926.

E. v. DRYGALSKI: **Die horizontalen Tiefenströme des Indischen und Atlantischen Ozeans zwischen dem Südpolargebiet und den Tropen.** v. DRYGALSKI berichtigt irreführende Darlegungen A. PENCKS über das gleiche Problem. Von der in Ausführung begriffenen deutschen Meteor-Expedition ist die nähere Festlegung und Umgrenzung jener Strömungen zu erhoffen. — E. STROMER v. REICHENBACH: **Ergebnisse der Forschungsreisen in den Wüsten Ägyptens.** (V. Tertiäre Wirbeltiere, 1. LORENZ MÜLLER: Beiträge zur Kenntnis der Krokodilier des ägyptischen Tertiärs. Mit 2 Tafeln, einer Doppeltafel und 4 Maßtabellen.) Der Verfasser beschreibt eingehend die verschiedenen Arten von Tomistoma und Crocodilus angehörigen zahlreichen und zum Teil sehr gut erhaltenen Fossilreste, welche Prof. STROMER und sein Sammler MARKGRAF in mehreren Tertiärstufen Ägyptens gesammelt haben, darunter zwei neue Tomistoma-Arten, wovon eine aus dem Mitteleocän die älteste bekannte ist. Eine Übersicht über alle fossilen Tomistoma-Arten und alle aus dem Tertiär Ägyptens bekannten Crocodilus-Arten sowie genaue Maße von Schädeln rezenter Arten von Gavialis, Tomistoma und Crocodilus erlauben zum Schlusse kritische Erörterungen über die systematischen Abgrenzungen und phyletischen Beziehungen dieser Krokodilier. Der Verfasser kommt dabei zu einem ablehnenden Standpunkte gegenüber bisherigen Versuchen, sie in stammesgeschichtliche Verbindung zu bringen.

6. November 1926.

W. WEILERS: **Über Selachii und Acanthopterygii.** (Vorgelegt von ERNST STROMER als 7. Fortsetzung seiner Mitteilungen über die Wirbeltierreste aus dem Mittelpliocän des Natrontales, Ägypten.) Es werden aus den fluviomarinen Ablagerungen des libyschen Urniles außer sehr wenigen und dürftigen Haifischresten zahlreiche von Knochenfischen beschrieben. Von diesen sind die Süßwasserfische von Bedeutung, weil sie erweisen, daß entgegen den Theorien von Tiergeographen schon in der Jungtertiärzeit für die äthiopische Nilfauna bezeichnende Formen, wie besonders der Laugenfisch Protopterus, und mehrere Welsgattungen und ein Characinide die weitaus vorherrschenden waren, während paläarktische nicht nachzuweisen sind. — FERDINAND BROILI: **Eine Holothurie aus dem oberen Malm von Eichstätt (Pseudocaudina brachyura).** Es ist die erste Seewalze aus dem Jura und dem ganzen Mesozoicum überhaupt, welche ihre Körpergestalt, ihren Hautmuskelschlauch zu erkennen gibt. Auf Grund der über die Längsmuskeln ununterbrochen fortsetzenden Quermuskeln wird der Rest im Vorbehalt zu der Familie der Synaptidae gestellt. — LUDWIG DÖDERLEIN: **Eine interessante Sammlung von Edelhirsch-Geweihen** (als Leihgabe S. K. H. des Prinzen ALFONS v. B. in der Zoologischen Staatssammlung aufgehängt). Es sind die abgeworfenen Stangen desselben Hirsches aus 19 Jahren

seines Lebens. Schon das erste der vorhandenen Geweihe zeigt an einer Stange 7 Enden und diese Zahl wird während 12 Jahren nie überschritten, obwohl das Geweih von Jahr zu Jahr immer stattlicher wird. Die 7 letzten Geweihe zeigen auffallende Degenerationserscheinungen des altersschwach gewordenen Hirsches, der an seinem letzten Geweih nur noch 3 Enden an jeder Stange trägt. Die Verästelung der Hirschgeweihe wird als eine Aufeinanderfolge von dichotomischen Gabelungen aufgefaßt, die bei fast allen Hirscharten ausschließlich in derselben Fläche liegen, die ungefähr der Längsrichtung des Körpers entspricht. Bei den europäischen Edelhirschen ist das aber nur bei den drei ersten Gabelungen der Fall, die zum Achtender führen. Die folgenden Gabelungen der beim Achtender vorhandenen Enden erfolgen in der Querrichtung und ermöglichen damit die für unsere Edelhirsche so charakterische Kronenbildung. Die Entstehung des Eissprosses ist auf eine Gabelung des Augsprosses zurückzuführen. Die Durchführung des Bauplanes, der für die sämtlichen Geweihe eines Hirsches stets der gleiche ist, ist vor allem abhängig vom Alter und der Lebenskraft des Hirsches. Die großen Verschiedenheiten in der Ausbildung der einzelnen Stangen liegen alle im Rahmen dieses Bauplanes, an dem mit großer Zähigkeit festgehalten wird.

4. Dezember 1926.

G. Joos: **Über das Abklingleuchten in der Schrödingerschen Atomtheorie** (vorgelegt von A. Sommerfeld). — O. Hönigschmid: Zwei Untersuchungen, die in dem Atomgewichtslaboratorium der bayerischen Akademie der Wissenschaften ausgeführt wurden und die sich mit der **Frage nach dem wahren Atomgewicht des Silbers, bezogen auf O = 16,000** beschäftigen. Die erste gemeinsam mit Thilo ausgeführte Untersuchung behandelt die Analyse des Silbernitrats, wobei dieses durch Wasserstoff zu metallischem Silber reduziert wird. Als Ergebnis derselben resultiert für das Atomgewicht des Silbers der Wert Ag = 107,879, wenn Stickstoff zu N = 14,008 angenommen wird. Die zweite mit Zintl und Goubeau ausgeführte Arbeit geht von Kaliumnitrat aus, das in Kaliumchlorid verwandelt wird, woraus sich das Verhältnis KNO_3/KCl ergibt. Das KCl wird mit Silber gemessen und so das Verhältnis KCl/Ag ermittelt. Durch Kombination beider Verhältnisse ergibt sich wieder Ag : 3 O, wobei als Bezugselement wieder lediglich Stickstoff verwendet wird. Daraus folgt für Silber der Ag = 107,879, der mit dem Ergebnis der Silbernitratanalyse vollkommen übereinstimmt. Durch beide Untersuchungen findet das international gültige At. Gw. des Silbers Ag = 107,880, dem von maßgebender Seite der niedrigere Wert Ag = 107,871 vorgezogen wird, eine wesentliche Stütze.

15. Januar 1927.

Erich Kaiser: **Fanglomerate, besonders im Ebrobecken.** Die Schuttmassen in heutigen Trockengebieten müssen besser gegliedert werden, um darauf Anhaltspunkte für die Deutung fossiler Trockengebiete zu finden. Ein wichtiger Begriff ist durch Lawson bereits angeführt, aber nur wenig beachtet worden. Er wird in der vorgelegten Mitteilung genauer besprochen und angewandt auf einige Vorkommen, die Verfasser im letzten Frühjahr im Ebrobecken Spaniens untersuchen konnte.

6. Februar 1927.

F. Broili: **Über einen Fund von Pleurosaurus** aus der Gegend von Eichstätt aus den *lithographischen Schiefern* des oberen Jura. Derselbe konnte angesichts der sehr geringen laufenden Mittel der Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie nur mit Hilfe einer durch Herrn Generaldirektor Dr. Weithofer veranlaßten *privaten Unterstützung* und einer weiteren staatlichen Beihilfe für die Sammlung erworben werden. Es ist das erste *vollständige* 1 m 50 cm lange Skelett der Gattung, welches seine Bauchseite dem Beschauer darbietet und in wundervoller Erhaltung nicht nur den Umriß der Weichteile, sondern auch ausgedehnte Teile der Körper- und Kopfbeschuppung zu erkennen gibt. Es wird dargelegt, daß es sich nicht, wie bisher angenommen wurde, um ein hochgradig dem Wasserleben angepaßtes Tier, sondern um eine Landform handelt. Pleurosaurus vertritt mit Acrosaurus eine selbständige Gruppe innerhalb der Tocosauria und hat mehr gemeinsame Merkmale mit den Rhynchocephalia als mit den Squamata aufzuweisen. E. Stromer: **Weitere Bemerkungen über die ältesten bekannten Wirbeltier-Reste, besonders über die Anaspida.** Es werden die im Januar 1920 gemachten Bemerkungen vor allem auf Grund der Untersuchung von Anaspida des schottischen Obersilurs, der primitivsten aller fossilen Wirbeltiere, ergänzt. Es ergeben sich neue Gesichtspunkte bezüglich deren systematischer Einteilung und Einreihung, sowie Wahrscheinlichkeitsbeweise dafür, daß sie zahlreiche, ungegliederte, knorpelige Visceralbögen besaßen. Ferner wird betont, daß sie sich in sehr wichtigen Merkmalen von den heutigen Cyclostomen unterscheiden, denen sie anscheinend im Bau der Kiemen am ähnlichsten waren. Schließlich wird gegen die Hypothese der ursprünglichen Vierteiligkeit aller Visceralbögen Stellung genommen.

5. März 1927.

R. Willstätter: a) Eine gemeinsam mit R. Kuhn, O. Lind und F. Memmen ausgeführte Untersuchung **Hemmung der hepatischen Esterase durch Ketonsäureester.** Die Arbeit behandelt die durch geringe Mengen von Phenylglyoxylsäureester und anderen Ketocarbonsäureestern bewirkten Induktionserscheinungen und führt sie darauf zurück, daß sich diese Carbonylverbindungen mit sehr hoher Affinität an die Esterase addieren und daß die Anlagerungsprodukte mit sehr geringer Zerfallsgeschwindigkeit hydrolysiert werden. b) Eine gemeinsam mit E. Bamann und J. Waldschmidt-Graser ausgeführte Arbeit **Über die optische Spezifität der Lipasen.** Es wird untersucht, ob die Konfigurationsspezifität der Enzyme durch ihre Begleitstoffe quantitativ oder sogar qualitativ beeinflußt wird. Es ergibt sich, daß der Sinn der auswählenden Wirkung einer Lipase bei bedeutender Steigerung der enzymatischen Konzentration unverändert bleibt. Die stereochemische Auswählung ist daher mit größerer Wahrscheinlichkeit als bisher dem Enzym selbst zuzuschreiben. c) Eine Untersuchung **Über die Natur der aktivierten Katalysatoren.** Die Erscheinungen der Enzymaktivierung werden verglichen mit den an Mehrstoffkatalysatoren beobachteten Verhältnissen und es wird eine Theorie für die katalytischen Wirkungen von Gemischen entwickelt. — H. Fischer: **Über Porphyrin-Synthesen.** Zweifach gebromte Dipyrrylmethene geben beim Erhitzen mit Eisessig-Bromwasserstoff mit Dipyrrylmethenen, die in den beiden α-Stellungen Methylgruppen tragen, Porphyrine. Da zweifach gebromte Dipyrrylmethene von basischem und saurem Charakter zugänglich sind und ebenso dimethylierte Dipyrrylmethene in beliebiger Auswahl und Konstitution, so gelingt es, zahlreiche neue Porphyrine künstlich aufzubauen, bis jetzt ca. zwölf. Ähnlich wie der Abbau des dem Hämin verwandten Bilirubins und der natürlichen Porphyrine neue Einblicke in die Konstitution des Hämins gegeben hat, so ist zu erwarten, daß durch diese Synthesen und durch den Abbau der in

beliebiger Menge synthetisch zugänglichen Porphyrine definitive Klarheit in die Konstitution des Porphinkerns gebracht wird. — W. WIEN: **Über die Leuchtdauer der ultravioletten Wasserstoffserie** (vorgelegt vom Klassensekretär). Mit Hilfe eines Gitters und eines auf hohes Vakuum gebrachten Vakuumspektrographen wurde die Leuchtdauer der einfachsten aller Spektralserien, der im äußersten Ultraviolett liegenden Wasserstoffserie gemessen. Es ergab sich eine Leuchtdauer, die den dritten Teil der sichtbaren Wasserstoffserie beträgt, während sie nach der klassischen Elektronentheorie 29,4 mal kleiner sein sollte.

14. Mai 1927.

E. STROMER VON REICHENBACH: **Die Plagiostomi (Haie und Rochen) der Baharije-Stufe nebst einem Anhang über Rückenflossenstacheln der Elasmobranchii (Haie, Rochen und Seekatzen).** Die Bearbeitung der fast nur aus einzelnen Zähnen, Stacheln und Wirbeln bestehenden Reste, darunter am häufigsten von mesozoischen Haifischen mit 2 Rückenflossenstacheln (Hybodontidae) und von einem ältesten Sägehai (Onchopristis), ergab die Feststellung einer Anzahl neuer Arten fast nur von bodenbewohnenden Seichtwasserformen. Die Untersuchung und der Vergleich von Form und Struktur vieler Flossenstacheln verschiedener Zeitalter lieferte außer sehr wichtigen systematischen und stammesgeschichtlichen Ergebnissen vor allem den ersten Nachweis gesetzmäßiger Umwandlungen von Zahnbeinstrukturen im Laufe geologischer Zeiten. — K. SCHÜTTE: **Das Ergebnis der Schweremessungen im Ries** (vorgelegt von S. FINSTERWALDER). Die Bayerische Kommission für internationale Erdmessung bei der Akademie der Wissenschaften hat die älteren Schweremessungen im Ries durch ihre Observatoren Dr. ZINNER und Dr. SCHÜTTE verdichten lassen, wodurch eine negative Schwereanomalie festgestellt werden konnte, deren Zentrum bei Dürrenzimmern gelegen ist. Ihre Umgrenzung stützt sich auf 20 Schwerestationen.

2. Juli 1927.

L. DÖDERLEIN: **Euryalae („Medusenhaupt" und Verwandte) aus dem Indo-Pazifischen Gebiet,** auffallende Tierformen, die meist nur als Seltenheiten aus größeren Tiefen erbeutet werden. Der größte Teil des vorliegenden Materials stammt von den Forschungsexpeditionen des Amerikanischen Fischereidampfers „Albatroß", dessen Sammlungen von den Philippinen und von den Westamerikanischen Gewässern dem Vortragenden vom Museum in Washington zur Bearbeitung überlassen worden waren. Es ergaben sich wichtige Resultate über den Bau, die Verwandtschaftsverhältnisse und die Verbreitung zahlreicher schon beschriebener Formen, neben denen sich auch eine Anzahl bisher noch unbekannter Arten fanden. Besonderes Interesse verdienten darunter Arten aus den Gattungen Gorgonocephalus, Astroboa, Astrochalcis sowie von Asteronyx. — A. WILKENS: **Zur Erklärung der Planetoidenlücken im Sonnensystem.** Auf Grund mechanischer Quadratur der Differentialgleichungen der Variation der Konstanten im restringierten Dreikörperproblem wird gezeigt, daß diejenigen Körper, deren ungestörte mittlere Bewegung genau doppelt so groß wie die des Jupiters ist (Hecubatypus), in der gestörten Bewegung asymptotisch aus der Stelle der strengen Kommensurabilität entfernt werden, was analytisch zu beweisen bisher unmöglich war. Nach Ablauf von rund 200 Jahren, entsprechend 18 Umläufen von Jupiter resp. 36 Umläufen von Hecuba, ist die asymptotische Entfernung aus der Kommensurabilitätsstelle beendet, nachdem die mittlere Bewegung um 11″ gegen den Ausgangswert angewachsen ist, und nunmehr die der Kommensurabilitätsnähe entsprechenden Oszilationen um den erreichten Wert von n in Wirksamkeit treten. Damit ist erwiesen, daß die Ursache der Lücken im System der Planetoiden in der Gravitation ihren Ursprung haben.

5. November 1927.

F. BROILI: **Erwerbung eines kleinen Nothosauriers aus den Arlbergschichten (ladinische Stufe der Trias) des Bürserbergs bei Bludenz** durch die Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie. Das relativ gut erhaltene Skelett ist der vollständigste bis jetzt in den Nordalpen gefundene Reptilrest und eine neue Form, welche zu dem aus der Trias der Lombardei bekannten Macromerion nahe Verwandtschaft besitzt. — F. BROILI: Eine von ihm entdeckte **Fauna im Muschelkalk der Berchtesgadener Trias-Entwicklung aus der Nähe von Saalfelden,** welche an Reichhaltigkeit das bekannte Muschelkalk-Vorkommen von Reutte in Tirol übertrifft und neben anderen eine Hallstätter Cephalopoden-Fauna beherbergt. — A. SOMMERFELD: **Über die Elektronentheorie der Metalle.** Die Voraussetzungen der klassischen Elektronentheorie werden ungeändert beibehalten, aber nach den neuen Methoden der wellenmechanischen (FERMIschen) Statistik behandelt. Die Schwierigkeiten der klassischen Elektronentheorie scheinen auf diesem Wege vermieden zu werden. Eine vorläufige Note über die Resultate ist in den NATURWISSENSCHAFTEN erschienen; eine ausführliche Darstellung wird an anderer Stelle folgen. — K. v. FRISCH berichtet kurz über eine Arbeit von SCHARRER, die ausführlich in der Zeitschr. f. vgl. Physiologie erscheinen wird: **Ellritzen reagieren auch noch nach vollständigem Verlust beider Augen auf Licht;** sie färben sich bei Belichtung dunkel und bei Verdunkelung hell, ja sie lassen sich auf Lichtreize dressieren. Bringt man sie nämlich in einem durch konstante Belichtung schwach erhellten Raum unter und belichtet man sie kurz vor jeder Fütterung und während derselben mit einer stärkeren Lampe, so lernen sie in wenigen Tagen, daß die Belichtung für sie „Futter" bedeutet: sie reagieren dann schon auf den Lichtreiz allein ohne Anwesenheit von Futter; sie suchen auf die Belichtung hin das Futter, schnappen nach allen Seiten und springen sogar aus dem Wasser, wenn sie gewohnt sind, das Futter an der Oberfläche zu erhalten. Diese Reaktion wird nicht durch einen allgemeinen „Hautlichtsinn" vermittelt, sondern sie läßt sich nur von einer bestimmten Stelle des Kopfes auslösen, die der Lage des Zwischenhirnes entspricht. Hier ist bei Reptilien das Parietalorgan, welches man auf Grund seines Baues schon lange als rudimentäres Auge anspricht. Das bei Fischen an der entsprechenden Stelle liegende Parietalorgan (Pinealorgan, Epiphyse) steht auf einer primitiveren Stufe und hat keine Augenähnlichkeit. Exstirpationsversuche an Ellritzen lehren, daß die Lichtempfindlichkeit nicht auf dieses Parietalorgan beschränkt ist, sondern anscheinend dem ganzen Zwischenhirn zukommt. Dieser Befund ist mit Rücksicht auf die Entwicklung der Seitenaugen als Ausstülpaugen des embryonalen Zwischenhirns von theoretischem Interesse. Die physiologische Leistung des Zwischenhirnes als Lichtsinnesorgan wurde genauer analysiert. Besonders bemerkenswert ist seine Adaptationsfähigkeit und die Empfindlichkeit, mit der es auf außerordentlich geringe Lichtstärken anspricht.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.